אסטראָנאָמיע פאַר'ן פאָלק

— פון —

פיליפ קראַנץ

ידו פלפול

דער בוך געהערט
צו משה שעכטער
97 Braemore gdns
Toronto Ont
July 1944

ספריה עממית בטורונטו
יידישע פאלקס ביבליאטעק טאראנטא
JEWISH PUBLIC LIBRARY, TORONTO

הימעל און ערד

אַסטראָנאָמיע פאַרן פאָלק

פיקסע שטערן, וואַנדערנדע שטערן, קאָמעטען, פאַלענדע שטערן, די זון, די לבנה, די ערד.

מיט 135 אילוסטראַציאָנען

פון

פיליפּ קראַנץ

ארויסגעגעבען פון „פאָרווערטס"
175 איסט בראָדוויי, ניו יארק
.1918

HEAVEN AND EARTH

ASTRONOMY FOR THE PEOPLE

By PHILIP KRANTZ

Copyright 1918
by the Author
(All rights reserved)

הקדמה.

„א ספר אהן א הקדמה איז ווי א גוף אהן א נשמה" — אזוי לויטעט אן אלטער אידישער שפרוכווארט און אזוי איז עס אויך אנגענומען ביי די אומות העולם. ניט איין שריפטשטעלער האט שפאס געמאכט דערפון, אבער קיינער פון זיי איז דאך ניט אויסגעשטאנען דעם דאזיגען נסיון, ווי ווייט מיר איז עס בעקאנט.

אט אונזער מענדעלע מוכר ספרים האט אפילו איבערגעדרעהט דעם דאזיגען שפרוכווארט אזוי: „ספר בלי הקדמה — כהקדמת בלי ספר"; אבער הקדמות האט ער דאך געשריעבען. און סערוואנטעס, דער אונשטערבליכער פערפאסער פון „דאן קיכאט", האט זעהר גייסטרייך אבגעלאכט פון די לאנגע און לאנגוויילינע הקדמות מיט ווידמונגען, ציטאטען, שירים און שבחים אין מיטעל־אלטער; אבער אהן א הקדמה האט ער דאך ניט ארויסגעלאזען זיין העלד, דעם „ריטער פון טרויעריגער געשטאלט", אויף דער ליכטיגער וועלט.

נון, ניט אכטענדיג דערויף, האב איך ביי זיך אפגעמאכט אנצושרייבען דיזען בוך, א פאפולערע אסטראנאמיע אונטער דעם נאמען „הימעל און ערד", גאר אהן שום פארווארטען און אפילו אהן איינלייטונגען; אבער... אבער איך פערשפאר דאך אייך, גנעדיגער לעזער, אונטערצוזאגען, אז איך האב עס אויך ניט אויסגעהאלטען, אז די אייביגע שוואכקייט פון א פערפאסער צו א הקדמה האט אויך גובר געווען מיין קליינינקייט.

מילא בקיצור, אט שרייב איך א הקדמה, און ווי דער שטייגער איז, נ א כ ד ע ם ווי דער בוך איז שוין פערטיג. אבער דערביי

האָב איך ניט אין זינען די געוועהנליכע לעזער, נור גראַדע די קאָ־
לעגען מיינע, די אידישע מחברים און שרייבער. און דער גרונד דער־
פון איז, וואָס אַ אידישער שרייבער, בפרט נאָך אַזעלכער, וועלכער
האַלט זיך פאַר אַ קריטיקער, האָט שוין אַזאַ טבע צו ל ע ז ע ן
ד ו ק א ה ק ד מ ו ת.

איך דענק, אַז הקדמות ווערען בכלל געשריעבען פאַר קריטיקער
אַפילו ביי די אומות העולם. זעלטען ווען אַ געוועהנליכער לעזער
האָט די געדולד אריינצוקוקען אין אַ הקדמה; אָבער דערפאַר געפינען
זיך אויך אַזעלכע, וואָס בענוגענען זיך בלויז מיט הקדמות און זאָגאַר
מיט פאָרדער־בלעטער, און אָט צו אַזעלכע געהערען עס די אידישע
קריטיקער, בעזאָנדערס ווען זיי דערזעהען פאַר זיך אַן ע ר נ ס ט ע ן
ב ו ך, אַ ווערק איבער אַ וויסענשאַפטליכען ענין, און דערצו נאָך
אַ דיקען, אַ פיעל־זייטענדיגען.

אַלזאָ, מיינע ליעבהאַרציגע קריטיקער, קענענדיג אייער שוואַכ־
קייט צו הקדמות, שרייב איך עס דיזע הקדמה, און אָט וואָס איך וויל
דאָ זאָגען:

אויב עס איז פאַראַן ערגעץ אַ בוך אָדער אַ ביכעל איבער אַסטראָ־
נאָמיע אין אונזער אָרימען מאַמע־לשון, ווייס איך גאָר ניט דערפון.
מיין בוך איז, נאַטירליך, אַ קאָמפּילאַציע, אָבער אויף קיין פאַל ניט
אַן איבערזעצונג, נור אַזוי ז ע ל ב ס ט ש ט ע נ ד י ג אָנגעשריע־
בען און צוזאַמענגעשטעלט, ווי געוועהנליכע פּאָפּולערע אַסטראָנאָ־
מיעס ביי די אומות העולם. איך ערקלער עס ניט אויס גדלות און
גאוה, אויך ניט וויל איך פּרעטענדיר עפּעס אויף אָריגינאַליטעט. איך
וועל זיין העכסט צופריעדען, ווען עס וועט מיר געלינגען איבערצור־
געבען קלאָר און דייטליך, וואָס איך האָב אין פערלויף פון וועניג־
סטענס צעהן יאָהר געלעזען און געלערענט אין פראַנצויזישע, ענגלישע
און דייטשע אַסטראָנאָמיעס.

אין אונזערע צייטונגען זיינען אויך געוועזן געדרוקט מאַנכע אַר־
טיקלען איבער אַסטראָנאָמיע — און וואָס ווערט דען אין זיי ניט
געדרוקט? — און איך אַליין האָב ניט איין מאָל געמאַכט אַזעלכע

פראבעס, אבער שליסליך זיינען דאך דאס אלץ געווען שטיקלעך און ברעקסלעך, גאר אהן א סיסטעם.

די 50 קאפיטלעך פון דיזען בוך האב איך, נאטירליך, צוזאמענגעשטעלט סיסטעמאטיש, אין א גאנץ בעשטימטער ארדנונג, ווי דאס ווערט ערקלערט אין דעם ערשטען קאפיטעל. דאס איז אן א ס ט ר א נ א מ י ע פ א ר'ן פ א ל ק, און אלעס וואס עס האט צו טאן מיט דער הימעל-וועלט, ווערט דארט בעשריעבען און ערקלערט אזוי פיעל, ווי אין די געוועהנליכע פאפולערע אסטראנאמיעס ביי די אומות העולם.

דיזע קאפיטלעך האבען דארום א געוויסען צוזאמענהאנג, אבער דאך זיינען זיי געשריעבען אזוי, אז מען זאל זיי קענען פערשטעהן, לעזענדיג י ע ד ע ן ב ע ז ו נ ד ע ר א ו ן א נ פ א נ ג ע נ ד י ג צ ו ל ע ז ע ן ז א ג א ר פ ו ן ל ע צ ט ע ן ק א פ י ט ע ל. מען קען, למשל, אנפאנגען צו לעזען פריהער די קאפיטלעך איבער די ערד און נאכהער די קאפיטלעך איבער אנדערע פלאנעטען, איבער קאמעטען, אדער איבער די פיקסע שטערן.

מאנכע קאפיטלעך לעזען זיך לייכטער פאר די אנדערע, און דאס איז דעריבער, ווייל זייער א י נ ה א ל ט איז אן איינפאכערער און פערשטענדליכער פאר יעדען איינעם. די קאפיטלעך, וואו עס רעדט זיך וועגען מ ע ס ט ו נ ג ע ן א ו ן ר ע כ נ ו נ ג ע ן, פאדערען, נאטירליך, מעהר אויפמערקזאמקייט און אנשטרענגונג פון לעזער. אזוי איז עס אין אלע אנדערע פאפולערע אסטראנאמיעס, אפילו אין פלאמאריאן'ס, וואס איז געקרוינט געווארען פון דער פראנצויזישער אקאדעמיע און איז איבערזעצט געווארען אין אלע שפראכען צוליעב די זעלטענע פעהיגקייט פון אזא בעוואוסטען אסטראנאם צו שרייבען אויך איינפאך, לייכט און אנציהענד פאר דעם גרויסען עולם.

אין אלגעמיין איז דיזער בוך אנגעשריעבען פאר אזעלכע ד ע ר־ ו ו א ק ס ע נ ע, וועלכע קענען נור אביסעל אריטהמעטיק און האבען קיין מאל ניט געלערענט אפילו אין א פאלקס-שול, אט ווי דאס איז, לײדער. דער פאל מיט די מייסטע „אידישיסטישע“ לעזער. טאמער

וועט אזא לעזער דאך געפינען, אז עס איז צו שווער פאר איהם צו פערשטעהן אזעלכע קאפיטלעך, ווי דער 11טער (איבער די ווייט־קייטען פון פיקסע שטערן), דער 25טער (איבער פעריאדישע קא־מעטען). דער 29טער און 30טער (איבער די פערשיעדענע מיטלען אויסצומעסטען די ווייטקייט צווישען די זון און די ערד), דער 42טער און 43טער (איבער די פערשיעדענע בעוועגונגען פון ערד־קוגעל) — קען ער זיי איןגאנצעןאיבערהיפען. דאס וועט איהם ניט שטערען צו פערשטעהן די אנדערע קאפיטלעך, פון וועלכע מאנכע לעזען זיך ווי א מעשה און האבען אן אלגעמיינע קולטור־געשיכטליכע בעדייטונג, אט ווי למשל דער 22טער (איבער אבער־גלויבענס וועגען קאמעטען), דער 38טער (איבער מיינונגען און אבער־גלויבענס וועגען דעם איינפלוס פון דער לבנה), און די ביילאגעס איבער דעם שטערן־געצענדיענסט, איבער דעם אנפאנג און ענט־וויקלונג פון קאלענדערס, א. ז. וו.

פון מיין זייט האב איך זיך אנגעשטרענגט צו ערקלערען אלעס אזוי איינפאך און דייטליך, ווי איך בין עס נור אין שטאנד. גאנץ אפט איז עס מיר אויסגעקומען זעהר פיעל צו זוכען און נאכצודענקען וועגען א לייכטערען און א פאסענדערען אוסדרוק, אפילו וועגען א מעהר געברויכליכען אידישעןווארט.

אין אונזער מאמע־לשון פעהלט דאך וואס מען רופט טערמי־נאלאגיע. דאס קומט הויפטזעכליך דערפון, וואס מיר האבען נאך אלץ ניט קיין שול־ביכער אין אידיש, זא דאס יעדער שרייבער איבער, לאמיר זאגען, געאגראפיע, פיזיק, כעמיע, א. ז. וו., האט אליין צו באקען אזעלכע ווערטער, וועלכע מען רופט טערמי־נען און וועלכע זיינען אלגעמיין אנגענומען אין יעדער ליטערא־רישער שפראך.

די מייסטע אסטראנאמישע טערמינען, אט ווי למשל, קאנסטעלא־ציאן, עקליפטיק, לאטיטיוד, לאנגיטיוד, אלטיטיוד, זעניט, מערידיאן, טראפיק, נאדען, א. ז. וו. ווערען געברויכט אין אלע שפראכען. יע־דער איינער, וואס האט נור דורכגעמאכט א פאלקס־שול, ווייס וואס זיי בעדייטען. מען דארף דארום גאר ניט „פערטייטשען" אזעלכע ווערטער אפילו אין ביכלעך פאר קינדער.

אין אידיש אָבער מוז מען ניט נור זיי „פערטייטשען“, זאָנדערן אויך זוכען עפּעס אַזעלכע ווערטער, וועלכע זאָלען זיך וואָס וועניגער נויטיגען אין פערטייטשונגען. דאָס זיינען ספּעציעלע שוועריגקייטען פאַר אַ אידישען פּאָפּולאַריזאַטאָר, און די צרה איז נאָך דערביי, וואָס איין אידישער שרייבער וויל גאָר ניט איבערנעהמען ביי אַן אַנדערען. אום געוויסע ווערטער זאָלען מיט דער צייט טאַקע אָנערקענט ווערען אַלס טערמינען, נור יעדער מאַכט אַליין שבת פאַר זיך און באַקט זיינע אייגענע „טייטש־ווערטער“.

ווי ווייט מיר איז געלונגען אויסצובאַקען אַזעלכע ווערטער אין דיזען בוך, דאָס לאָז איך איבער צום גנעדיגען אורטהייל פון די דאָזיגע קריטיקער, וועלכע וועלען זיך פעראינטערעסירען איבערצולעזען כאָטש אַ פּאָר קאַפּיטלעך.

איך ערלויב מיר צו דענקען נאָך אַלעמען, דאָס מיר איז געלונגען אָנצושרייבען אַזוי לייכט און פערשטענדליך דיזען בוך, אַז ווען מען זאָל איהם איבערזעצען אין אירגענד וועלכע שפּראַך, וועט ער אָנערקענט ווערען פון קענערס פאַר אַ ווירקליך פּאָפּולערע אַסטראָנאָמיע.

אָבער וואָס פאַר אַ ספּעציעלע פעהיגקייטען איינער זאָל ניט האָבען צו פּאָפּולאַריזירען וויסענשאַפטען, צו שרייבען פערשטענדליך, וועט עס דאָך אַליין פאָדערען אויפמערקזאַמקייט ביי דעם לעזער. פון זיך אַליין קריכט קיין זאַך ניט אריין אין קאָפּ. מען מוז טאַקע „צולייגען קאָפּ“, נאָכדענקען בייַ'ן לעזען, און אַז מען פערשטעהט ניט עפּעס פון ערשטען בליק, דאַרף מען עס איבערלעזען נאָך אַמאָל און ווידער אַמאָל. מען דאַרף ניט מיינען, אַז זעהר געבילדעטע מענשען און אַפילו פּראָפעסאָרען לייענען אַן ערנסטען בוך „ווי אַ וואַסער“, און אַז זיי האָבען גאָר קיין מאָל ניט איבערצולעזען נאָך אַמאָל אַ שטעלע דאָרטען. איבערהויפּט, אַז מען וויל זיך אויסבילדען, דאַרף מען ניט נור לעזען מיט קאָפּ, זיך פערטיעפען אין אַן ענין, זאָנדערן אויך טאַקע לערנען, שטודירען.

אום צו מאַכען דעם אינהאַלט פון די קאַפּיטלעך אין דיזען בוך וואָס פערשטענדליכער, האָט דער פערפאַסער צוזאַמענגעקליבען און קאָפּירט אַרום 135 אילוסטרירענדע ציכנונ־

ג ע ז, בילדער און קארטען, וועלכע ער האט געפונען אין פערשיע־
דענע אסטראנאמישע ווערק. אויך האט דער פערפאסער צוזאמענ־
געשטעלט אן א י נ ד ע ק ס אדער אלפאבעטישען אנצייגער פון
אלע ענינים און נעמען אין דיזען בוך, וואס עס וועט האפענטליך
געפינען חן און לייטזעליגקייט אין די אויגען פון די לעזער, פאר וועל־
כע ער האט עס געשריעבען, נעמליך פאר אזעלכע, וועלכע ווילען זיך
אויסבילדען און האבען חשק אויך צו שטודירען.

ניו יארק, ענדע 1917.

אינהאַלט.

זייטע

קאפיטעל 1—
אלגעמיינער בליק אויפ'ן הימעל — — — — — — — 1

קאפיטעל 2—
אין א שטערענדיגער נאכט.—„דער גרויסער בער“ און
דער „פאָלאַר-שטערן“ — — — — — — — — — — — 10

קאפיטעל 3—
ווי אזוי צו דערקענען די וויכטיגסטע שטערן-גרופען אין
די נאָרדליכע געגענדען — — — — — — — — — — 18

קאפיטעל 4—
דער מילך-וועג און די שטערן גרופען ביי זיינע זייטען 26

קאפיטעל 5—
דער זאָדיאק און זיינע צייכענס — — — — — — — — 37

קאפיטעל 6—
וואַריאַבלע און נייע שטערן — — — — — — — — 49

קאפיטעל 7—
דאפעלטע און פיעלפאַכע שטערן — — — — — — — 56

קאפיטעל 8—
די נעבעלהאפטע מאַסען אויפ'ן הימעל — — — — — — 62

קאפיטעל 9—
די בעוועגונגען פון פיקסע שטערן — — — — — — 72

זייטע

קאפיטעל 10—
די אמת'ע בעוועגונג פון דער זון — — — — — — — — — — 78

קאפיטעל 11—
די וויטקייטען פון פיקסע שטערן — — — — — — — — — 84

קאפיטעל 12—
די נעהענטסטע שכנים פון דער זון — — — — — — — — 93

קאפיטעל 13—
וואנדערנדע שטערן — — — — — — — — — — — — — 100

קאפיטעל 14—
די פלאנעט מערקור — — — — — — — — — — — — — 112

קאפיטעל 15—
די פלאנעט ווענוס — — — — — — — — — — — — — — 120

קאפיטעל 16—
די פלאנעט מארס מיט איהרע צוויי לבנות — — — — — — 128

קאפיטעל 17—
די קליינע פלאנעטען צווישען מארס און יופיטער — — 143

קאפיטעל 18—
די פלאנעט יופיטער מיט איהרע פינף לבנות — — — 150

קאפיטעל 19—
די פלאנעט סאטורן מיט איהרע רינגען און אכט
לבנות — — — — — — — — — — — — — — 162

קאפיטעל 20—
די פלאנעט אוראנוס מיט איהרע פיער לבנות — — — 174

קאפיטעל 21—
די פלאנעט נעפטון מיט איהרע בעגלייטער — — — — 179

קאפיטעל 22—
שרעק-יאגענדע איינבילדונגען און אבערגלויבענס
וועגען קאמעטען — — — — — — — — — — — 186

קאפיטעל 23. זייטע

די ערשטע אויסרעכנונגען און וויסענשאפטליכע נבואות
וועגען קאמעטען-בעוועגונגען — — — — — — — — 198

קאפיטעל 24—
די קאָמעטען פון אונזער זונען-סיסטעם — — — — 205

קאפיטעל 25—
פעריאָדישע און אַנדערע קאָמעטען — — — — — — — 212

קאפיטעל 26—
די לייכטקייט און דורכזיכטיגקייט פון קאָמעט-עקען 222

קאפיטעל 27—
דער שיין און די גאַזען פון קאָמעטען — — — — — 229

קאפיטעל 28—
פאַלענדע שטערן — — — — — — — — — — — 235

קאפיטעל 29—
ווי מען קען מעסטען די ווייטקייט פון דער זון — — — 248

קאפיטעל 30—
פערשיעדענע וועגען אויסצומעסטען און אויסצורעכע-
נען די ווייטקייט פון דער זון — — — — — — — — 263

קאפיטעל 31—
די זון מיט איהרע פלעקען — — — — — — — — — 273

קאפיטעל 32—
די עקספלאָזיאָנען און פלאַמען אויף דער זון — — — 285

קאפיטעל 33—
וואס און ווי ליכט-שטראהלען דערצעהלען פון דער זון
און פון אנדערע הימלישע קערפערם — — — — — — 293

קאפיטעל 34—
די אָבערפלעך פון דער לבנה — — — — — — — — 310

זייטע

קאפיטעל 35—
די בעוועגונגען און די פאַזען פון דער לבנה — — 322

קאפיטעל 36—
די עקליפסען פון דער זון און פון דער לבנה — — — 334

קאפיטעל 37—
די אורזאכען און ווירקונגען פון עבבע און פלוט — 348

קאפיטעל 38—
מיינונגען און אבערגלויבענס וועגען דעם איינפלוס פון
דער לבנה — — — — — — — — — — — — — 356

קאפיטעל 39—
דער ערד-קוגעל און די גריכישע אַסטראָנאָמיע — — 362

קאפיטעל 40—
די טעגליכע בעוועגונג פון דער ערד — — — — — 368

קאפיטעל 41—
די יעהרליכע בעוועגונג פון דער ערד — — — — 376

קאפיטעל 42—
„די פרעצעסיע פון עקווינאָקסעם"—די דריטע פון די
עלף הויפּט-בעוועגונגען פון דער ערד — — — — — 387

קאפיטעל 43—
די אַכט אַנדערע הויפּט-בעוועגונגען פון דער ערד — 395

קאפיטעל 44—
די צוציהונגס-קראַפט און די געזעצע פון קעפּלער און
ניוטאָן — — — — — — — — — — — — — 400

קאפיטעל 45—
פאר וואָס די וועגען פון די פלאַנעטען און פון דער לבנה
זיינען קיילעכדיגע — — — — — — — — — — 414

קאפיטעל 46—
זייטע
ווי מען וועגט די לבנה, די זון און די פּלאַנעטען — — 422

קאפיטעל 47—
א בליק אויף לאַפּלאַס'עס „הימלישע מעכאַניקע" — 431

קאפיטעל 48—
פּראַקטישע אַסטראָנאָמיע: ווי מען
בענוצט זיך מיט שטערן צו בעצייכענען און צו מעסטען
ערטער אויף דער ערד — — — — — — — — — — — 438

קאפיטעל 49—
רעפראַקטיווע און רעפלעקטיווע טעלעסקאָפּען — — 454

קאפיטעל 50—
די אנווענדונג פון טעלעסקאָפּען — — — — — — — — — 466

ביילאגע א:
די ווינקעל־מאָס און איהר אנווענדונג צו בעשטימען
ווייטקייטען און גרויסקייטען פון הימלישע קערפּערס 479

ביילאגע ב:
די מעטרישע סיסטעם פון מאָסען און וואָגען — — 486

ביילאגע ג:
האַלים קאָמעט אין 1910 — — — — — — — — — 492

ביילאגע ד:
שטערן און געצעדיענסט.
(מזל שור און די עלטעסטע פריהלינגס־פעסטליכקייטען.—
די סמנים פון אַמאָליגע געצענדיענסט אין דער קריסט־
ליכער וועלט) — — — — — — — — — — 497

ביילאגע ה:
דער לוח — זיין אָנפאנג און ענטוויקלונג (א קולטור־
געשיכטליכע נאָכפאָרשונג) — — — — — — — — 503

ביילאגע ו:
די ענטדעקונג פון פערגרעסערונגס-גלעזער — — 529

אינדעקס —
אלפאַבעטישער אָנצייגער פון נעמען און ענינים אין
דיזען בוך — — — — — — — — — — — — — — 534

ליסטע פון אילוסטראַציאָנען.

זייטע

די הימעלוועלט — — — — — — — — — — — — — — — 1

די 7 הויפּטשטערן פון „גרויסען בער“ — — — — — — — — — — 13

פיער פון די פּאָזיציעס פון „גרויסען בער“ אין זיין טעגליכער בע־
וועגונג אַרום „פּאָלאַר שטערן“ — — — — — — — — — — — — 14

דער „גרויסער בער“ לויט מיטהאָלאָגישע איינבילדונגען — — — — — 15

די קענטיגסטע שטערן ארום דעם „פּאָלאַר שטערן“ — — — — — — 17

די געגענזייטיגע פּאָזיציעס פון די שטערנגרופּען „גרויסער בער“
און „קאַסיאָפּעיאַ“ — — — — — — — — — — — — — — 19

דער טהייל פון מילך־וועג מיט די קענטיגסטע קאָנסטעלאַציאָנען און
העלסטע שטערן ביי זייגע זייטען — — — — — — — — — 23

די פּלעיאַדען, ווי מען קען זיי זעהען דורך אַ קליינעם טעלעסקאָפּ — 33

די 12 מזלות מיט אַראַבישע אויפשריפטען — — — — — — — — 40

אַן אַלטער זאָדיאַק פון אינדיען — — — — — — — — — — — 41

די 12 מזלות קאפירט פון אַן אַלטען אידישען לוח — — — — — — 42

די פּאָזיציע פון אַרקטורוס — — — — — — — — — — — — — 46

די פּאָזיציע פון אַלגאָל און פון די פּלעיאַדען — — — — — — — — 52

אַ פאָטאָגראַפיע פון דער אָריאָן־נעבולאַ אין יערקעס אָבסערוואַטאָריע — 65

די נעבולאַ פון אַנדראָמעדאַ, ווי פאָטאָגראַפירט אין יערקעס אָבסערוואַ־
טאָריע — — — — — — — — — — — — — — — — — — 68

דער גרויסער שטערן־הויפען פון סענטאָרוס — — — — — — — — — 69

די ספּיראַל־נעבולאַ אין דער שטערנגרופּע „קאַניס ווענאַסיטי“ — — — 70

אַ פּאַראַלאַקס — — — — — — — — — — — — — — — — 87

זייטע

די פּאָזיציעס פון דער ערד, ווען די טעג און די נעכט זיינען גלייך — 89
די גרויס פון קאַנאָפּוס אין פערגלייך מיט אונזער זון — — — — — 98
די געאָצענטרישע אָדער פּטאָלעמעאישע סיסטעם — — — — — — 104
די העליאָצענטרישע סיסטעם, ווי קאָפּערניקוס האָט עס אַליין געצייכענט — — — — — — — — — — — — — — — — — 108
די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון די 8 גרויסע פּלאַנעטען, מיט זייערע אָנגענומענע צייכענס — — — — — — — — — — — — — — 111
די פּאַזען פון מערקור — — — — — — — — — — — — — — — 116
די פּראָפּאָרציאָנעלע גרויס פון דער ערד און פון מערקור — — — — — 119
היעראָגליף פון דער פּלאַנעט ווענוס — — — — — — — — — — 123
די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון ווענוס'עס 4 הויפּט־פּאַזען — — 124
די פּאַזען פון דער ווענוס אויף איהר רייזע אַרום דער זון — — — — 124
די אָרביטען פון מערקור, ווענוס, ערד און מאַרס — — — — — — — 129
די ווייסע פלעקען אַרום מאַרס'עס נאָרד־פּאָל — — — — — — — 133
די קאַנאַלען אויפ'ן מאַרס — — — — — — — — — — — — 136
פּראָפעסאָר לאָוועל'ס קאַרטע פון מאַרס — — — — — — — — — 139
די אָרביטען פון דער ערד, מאַרס, יופּיטער און פון 4 קליינע פּלאַנעטען — — — — — — — — — — — — — — — — — — 147
געשטאַלטען פון יופּיטער — — — — — — — — — — — — — 151
דער שאָטען פון יופּיטער און די אָרביטען פון זיינע 4 גרויסע לבנות 155
די פּאָזיציעס פון יופּיטער'ס לבנות, ווי פלאַמאַריאָן האָט זיי פערצייכענט — — — — — — — — — — — — — — — — 157
אַ געשטאַלט פון יופּיטער — — — — — — — — — — — — — — 161
דריי געשטאַלטען פון סאַטורן מיט זיינע רינגען — — — — — — — 165
צוועלף געשטאַלטען פון סאַטורן מיט זיינע רינגען אין פערלויף פון זיין רייזע אַרום דער זון — — — — — — — — — — — — — 167
דער שאָטען פון סאַטורן און פון זיינע רינגען — — — — — — — — 169
די אָרביטען און ריכטונג פון אוראַנוס'עס לבנות — — — — — — 177
די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון אוראנוס, נעפּטון און ערד — — 184
אַ פאָרשטעלונג פון האַלי'ס קאָמעט אין 1066 — — — — — — — — 191
וואָס די פאַנטאַזיע פון אַבערגלויבער האָט געזעהען אין דער קאָמעט פון 1528 — — — — — — — — — — — — — — — — — 195

די געשטאַלטען פון ענקע'ס קאָמעט אין 1871 — — — — — — — — — 210
ווי האַלי'ס קאָמעט קרייצט איבער די אָרביטען פון די פּלאַנעטען — — 211
די אָרביטען פון איינינע פּעריאָדישע קאָמעטען — — — — — — — — 213
פינף קרומע ליניעס מיט אַ געמיינשאַפטליכען פּאָקוס אין דער זון און
מיט איין פּעריהעליע — — — — — — — — — — — — — 216
די אָרביטען פון האַלי'ס קאָמעט און פון דער ערד אַרום דער זון — 220
ווי און ווען האַלי'ס קאָמעט האָט איבערגעקרייצט די אָרביט פון דער
ערד אין 1910 — — — — — — — — — — — — — — — 221
ווי אַזוי עס בילדעט זיך אַ קאָמעט־עק — — — — — — — — — 223
ווי אַזוי קאָמעט־עקען ווערען צוריגעשטויסען פון דער זון — — 224
ווי אַזוי אַ גרויסע קאָמעט האָט אַרומגערייזט די זון אין 1843 — — 226
דאַניעל'ס קאָמעט, ווי פאָטאָגראַפירט אין 1907 — — — — — — — 228
דער קאָפּ פון דאָנאַטי'ס קאָמעט אין 1858 — — — — — — — — — 232
דריי סאָרטען עקען פון קאָמעטען — — — — — — — — — — — 234
אַ פייערווערק אויפ'ן הימעל אין אַ נאָוועמבער נאַכט — — — — — — 236
ווי עס האָט אויסגעזעהען אַ הימעל־שטיין אין קאַליפאָרניאַ אין 1894 — 240
אַ הימעלשטיין אין אַיאָוואַ אין 1875 — — — — — — — — — — 242
אַ הימעלשטיין אין פראַנקרייך אין 1864 — — — — — — — — — 244
די זון אין פערגלייך מיט איהרע גרעסערע בעגלייטער — — — — — 250
אַכט טראַנזיטס פון דער ווענוס — — — — — — — — — — — 254
קאַרטע פון ערד־קוגעל מיט אָנווייזונגען פון ווענוס'עס טראַנזיט אין
1874 — — — — — — — — — — — — — — — — — — 259
קאַרטע פון ערד־קוגעל מיט אָנווייזונגען פון ווענוס'עס טראַנזיט אין
1882 — — — — — — — — — — — — — — — — — — 261
די זון'ס אָבערפלעך — — — — — — — — — — — — — — — 274
ווי אזוי מען קען אויסגעפינען די שיין־ענדערונגען פון דעם זונען־
קרייז — — — — — — — — — — — — — — — — — — 275
די זון מיט איהרע פלעקען דורך אַ קליינעם טעלעסקאָפּ — — — — 278
ווי מען קען בעאָבאַכטען די זון־פלעקען מיט אַ קליינעם טעלעסקאָפּ — 279
זונען־פלעקען ווי פאָטאָגראַפירט פון פּראָפ. זשאַנסאַן — — — — — 280
א זון־פלעק אין 1883 זיעבען מאָל גרעסער פאר די ערד — — — — 281
ווי א געוועהנליכער זון־פלעק זעהט אויס דורך א טעלעסקאָפּ — — 282

ענדערונגען אין די זונען־פלעקען — — — — — — — — — — — — — — — 283
זון־פלאַמען 288,000 קילאָמעטער הויך — — — — — — — — — — — — 286
פערשיעדענע געשטאַלטען פון די זון־פלאַמען — — — — — — — — — — 288
א פולע ליקוי חמה אין 1869 — — — — — — — — — — — — — — 289
טאָטאַלער עקליפּס פון דער זון אין 1889 — — — — — — — — — — — 290
די זון מיט איהרע פלעקען, קאָראָנאַ און פלאַמען אין 1871 — — — — 291
א ספּעקטראָסקאָפּ — — — — — — — — — — — — — — — — — — 293
ווי ליכט שטראַהלען ברעכען זיך אין וואַסער — — — — — — — — — 297
ווי אזוי מען זעהט א פלאַם דורך א פּריזם — — — — — — — — — — 299
די הויפּט ליניעס פון א זון־ספּעקטער — — — — — — — — — — — 300
ווי שטראַהלען ברעכען זיך און דערגרייכען צום אויג דורך א ספּעקטראָ־סקאָפּ — 301
די ספּעקטערס פון דער זון און פון 8 מעטאַלען — — — — — — — — 304
א קאַרטע פון דער לבנה מיט איהרע „ים’ען“, בערג און קראַטערס — 313
א טהייל פון דער לבנה ווי מען זעהט דורך א קלײנעם טעלעסקאָפּ — 314
דער קראַטער קאָפּערניקוס — — — — — — — — — — — — — — — 315
די אַפּענין־בערג מיט די קראַטערס אַרכימעד, פּלאַטאָן, אַריסטאָטעל, א. ז. וו. — 316
די פולע לבנה — — — — — — — — — — — — — — — — — — — 318
דער ערשטער פּערטעל פון דער לבנה — — — — — — — — — — — — 319
אַ פערגלייך צווישען א וואולקאַנישען ארט אויף דער ערד און אויף דער לבנה — 321
א ביישפּיעל ווי די לבנה דרעהט זיך ארום דער זון — — — — — — — 324
אַכט פאַזען פון דער לבנה — — — — — — — — — — — — — — — 325
דער אונטערשיעד צווישען די בעוועגונגס־צייט פון דער לבנה ארום זיך און ארום דער ערד — — — — — — — — — — — — — — — — 328
דער אַש־קאָליר אבשיין פון דער לבנה — — — — — — — — — — — 332
די ווירקונג פון איראַדיאַציאָן — — — — — — — — — — — — — — 333
ערקלערונג פון ליקוי חמה און ליקוי לבנה — — — — — — — — — 336
ליקוי חמה: ווי אזוי דער שאָטען פון דער לבנה פאַלט אויף דער ערד 338
ליקוי לבנה: ווי אזוי דער שאָטען פון דער ערד פאַלט אויף דער לבנה 338

אַן איינפאַכער עקספערימענט צו ציינען די „אומבראַ“ און „פענומבראַ“ 339
ווי מען האָט געוואָלט פערזאָגען א ליקוי לבנה אין טאַשקענט — — 345
ווי דער שאָטען פון דער לבנה פאַלט אויף דער ערד בשעת אַ טאָטאַלע
ליקוי חמה — — — — — — — — — — — — — — — — — 346
ווי אַן אַנולערע ליקוי חמה זעהט אויס — — — — — — — — — 347
ערקלערונג פון עבבע און פלוט — — — — — — — — — — — 350
א האָריזאָנטאַלער און א ווערטיקאַלער זונען־זייגער — — — — — 365
דער אונטערשיעד אין צייט צווישען אַ זונען־טאָג און אַ שטערן־טאָג — 373
די צוגעבויגענקייט פון דער ערד'ס אַקס — — — — — — — — — 377
א גלאָבוס — — — — — — — — — — — — — — — — — — 383
צוועלף פּאָזיציעס פון דער ערד אויף איהר יעהרליכער רייזע ארום
דער זון — — — — — — — — — — — — — — — — — 385
דער דיאַמעטער פון דער ערד אין פערגלייך מיט איהר 1־שטונדיגער
רייזע ארום דער זון — — — — — — — — — — — — — — 389
אַ פאָרשטעלונג פון דער „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס“ — — — 394
ערקלערונג פון קעפּלער'ס צווייטען געזעץ — — — — — — — — 407
ווי אַ זאַך ווערט שוואַכער בעלויכטען אין פּראָפּאָרציע צו די
סקוועריס פון איהר ווייטקייט פון א שיינענדען קערפּער — 412
א פאָרשטעלונג ווי די לבנה פאַלט צו דער ערד — — — — — — — — 418
א מיטעל צו בעשטימען די געדיכטקייט פון דער ערד — — — — — — 425
ווי פּלאַנעטען זיינען ענטשטאַנען לויט לאַפּלאַס'עס הימלישע מעכאַניקע 433
אַן אַלט־גריכישע אסטראָלאַביע — — — — — — — — — — — — — 440
ווי אַריסטאַרכוס האָט געצייגט, אַז די זון איז ווייטער פון אונז ווי די
לבנה — — — — — — — — — — — — — — — — — — 442
די מערידיאַנען און פּאַראַלעלען פון דער הימעל־ספערע — — — — — 445
ווי עס בילדעט זיך אַ געשטאַלט דורך אַ לינז־גלעזעל — — — — — — 455
אַן איינפאַכער טעלעסקאָפּ, ווי גאַלעלילאָ'ס — — — — — — — — — 457
אַ לאַנגער טעלעסקאָפּ פון 17־טען יאָהרהונדערט — — — — — — — 460
אַן אַכראָמאַטישער אָביעקטיוו — — — — — — — — — — — — — 461
ווי שטראַהלען ווערען רעפלעקטירט פון אַ קאָנקאַווע שפּיעגעל — — 463
אַ רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ נאָך ניוטאָנ'ס מוסטער — — — — — — 464
אַ רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ נאָך הערשעל'ס מוסטער — — — — — — 456

זייטע

אַ רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ נאָך גרעגאָרי'ס מוסטער — — — — — 465

אַ טעלעסקאָפּ נאָכצופאָלגען די שווינגבאַרע בעוועגונג פון די שטערן — 467

אַן עקוואַטאָריעל־טעלעסקאָפּ פון דער פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע — 469

אַ מערידיאַן־צירקעל פון דער וואַשינגטאָנער אָבסערוואַטאָריע — — 470

אַ סעקסטאַנט — — — — — — — — — — — — — — — — — 472

וויליאַם הערשעל'ס גרויסער רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ — — — — 473

לאָרד ראָסס'עס גרויסער רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ — — — — — — 474

רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ פון פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע — — — — 476

אַ ווינקעל און זיין מאָס דורך אַ טהייל פון אַ קרייז — — — — — 480

די צוטהיילונג פון אַ קרייז אין 360 גראַד — — — — — — — 481

אין 360 גראַד — — — — — — — — — — — — — — 481

דער אַסטראָלאָגישער אָדער קאַבאַליסטעשער קרייז פון וואָכען־טעג — 521

קאפיטעל 1.

אַלגעמיינער בליק אויפ'ן הימעל.

מיט אונזערע נאַקעטע אויגען זעהען מיר היינט ניט מעהר און ניט ווייטער פאר ווילדע מענשען, אפשר נאָך וועניגער, ווייל פיעלע רייזענדע פערזיכערען, אַז די ריאה איז געוועהנליך שאַרפער ביי ווילדע איידער ביי ציוויליזירטע מענשען, וואָס מען קען אויך ערקלעהרען דורך די דאַרוויניסטישע און בכלל נאַטור־וויסענשאַפטליכע לעהרע

פון צופאסונג צו דער אומגעבונג און צו בעדירפניסע פון טאג־טעג־ליכען לעבען. עס פערשטעהט זיך, אז פאר א מענשען, וואס דארף זיך ארומשלעפען איבער פעלדער און וועלדער, זוכענדיג אלץ שפייז אלס יעגער, איז פיעל וויכטיגער צו האבען א שארפע ריאה צו דערשפירען זאכען, בעזאנדערס א חיה, פון דערווייטענס, איידער פאר א שטאדט־מענש אדער אפילו פאר אן אקער־בויער.

יערנעפאלס זעהען מיר אלץ, בשעת מיר ווארפען אונזערע בליקען ארום זיך, ניט מעהר ווי א געוויסע שטרעקע, א געוויסען קרייז אויף דער אויבערפלעכע פון דער ערד אונטער א הימלישען געוועלב, דאס וואס מען בעצייכענט געוועהנליך מיט'ן ווארט האָריזאנט (ענגליש אויסגעשפראכען: האָראיזאן; שטאמט פון א גריכישען ווארט, וואס בעדייטעט גרענעץ). וואו מיר זאלען זיך ניט געפינען און ווי מיר זאלען ניט קוקען, איז דער רוים ארום אונז אלץ א זעהר בעגרענעצטער, אלץ ניט מעהר ווי אונזער פיזישע אויג קען עס דערגרייכען. מיט אונזערע, זא צו זאגען, גייסטיגע אויגען בענעהמען מיר אבער א זעהר ווייטע וועלט, אזוי ווייט אפילו ווי די אונענדליכקייט. אבוואהל מיר זעהען אלץ פאר זיך א האָריזאנט, אלס עפעס א גרענעץ פון דער וועלט, פערשטעהען מיר דאך און, נאך מעהר, מיר ווייסען עס גאנץ פאזיטיוו, אזוי זיכער און פאזיטיוו ווי מיר זיינען אין שטאנד עפעס צו וויסען, אז דערמיט ענדיגט זיך נאך ניט די וועלט, אז הינטער דעם דאזיגען האריזאנט ציהט זיך ווייטער די ערד אונטער דעם הימלישען געוועלב.

צו אזא געוויסהייט זיינען שוין געקומען די ערשטע מענשען, ווי נור זיי האבען אנגעפאנגען צו דענקען. די איינפאכסטע ערפאהרונג האט זיי דאס בעוויזען, ווען זיי האבען זיך ארומגעשלעפט פון איין ארט אויף אן אנדער'ן. מיט די זעלבע אויגען, וואס דער ערשטער מענש האט געזעהען פאר זיך איין האריזאנט, בשעת ער איז ארוים פון איין פלאץ, האט ער דערזעהן אלץ נייע האריזאנטען, וואס ווייטער ער האט געשפרייזט. און דאס האט איהם געפיהרט און געמוזט פיה־רען צום שלוס, אז צו דער ערד אונטער זיינע פיס און צום הימעל איבער זיין קאפ איז עפעס גאר קיין עק ניטא. דאס איז א גאנץ איינפאכער שלוס און אויך א גאנץ נאטירליכער, זא לאנג מען ווייס ניט מעהר, ווי מען דערזעהט מיט די אויגען און מען מאכט ניט בעאבאכטונגען אויפ'ן

הימעל, אום עפּעס צו דערגעהן וועגען די בעוועגונגען פון דער זון, פון דער לבנה און פון די שטערן.

מיר וועלען איבערלאָזען צו פּסיכאָלאָגען און פילאָזאָפען די אלץ געהיימניספּאָלע פראגען, מען מעג זאָגען, די אייביגע רעטענים וועגען אידעען, ווי אזוי מיר דענקען איבערהויפּט, ווי אזוי מיר קריגען פאָר־שטעלונגען און בעגריפען פון א ו י ס ע ר ע זאכען, פון אַלעס, וואָס רינגעלט אונז ארום; אויב מיר האבען א י י נ ג ע ב א ר ע נ ע אידעען אָדער ניט, אויב זאכען זיינען טאַקע אין דער ווירקליכקייט אזוי ווי מיר בענעהמען זיי מיט אונזערע פינף חושים, א. ז. וו., א. ז. וו. — אָבער די געשיכטע פון נאַטור־וויסענשאַפטען בכלל און פון אסטראָ־נאָמיע בפרט צייגט אונז, אז אָהן בעאָבאַכטונגען, פּראָבעס און פער־שיעדענער־ליי ערפאהרונגען וואלטען מיר היינט ניט געוואוסט מעהר פון דער וועלט, ווי די ערשטע מענשליכע בעשעפעניסען, און אפילו ניט מעהר ווי אפּפען.

אין פערלויף פון אונצעהליגע דורות, אין פערלויף פון יאהרען, וועלכע מען דאַרף רעכענען אויף דעם גרונד פון נאַטור־וויסענשאַפטלי־כע פאָרשונגען אין מ י ל י א נ ע ן, איז דער קרייז פון מענשליכען וויסען אלץ ברייטער געוואָרען דורך ערפאהרונגען, ווי אויך דורך ער־פינדונגען און ענטדעקונגען פון אַזעלכע מענשען, וועלכע די נאַטור האָט בעשאָנקען מיט גרעסערע פעהיגקייטען, מיט אַ העכערען גייסט.

די קינדער האָבען געלערענט פון זייערע עלטערען, און אזוי זיי־נען אויך אָנגעזאַמעלט געוואָרען געוויסע ק ע נ ט נ י ס ע וועגען חיות און פלאַנצען, וועגען וועטער־ענדערונגען און וועגען ערשיינונגען אויפ'ן הימעל. אין אלע צייטען און ביי אלע פעלקער זיינען געווען מנעשען, וועלכע האָבען זיך אויסגעצייכענט מיט זייערע גייסטיגע קרעפטע און וועלכע האָבען אָנגעוויזען געוויסע נייע וועגען צו זייערע ברידער, ווי בעסער צו מאַכען אינסטרומענטען, ווי בעסער צו קולטי־ווירען די ערד, ווי בעסער צו היילען קראַנקע, א. ז. וו.

היינט ווייסען מיר דארום פיעל, זעהר פיעל. אַ שוהל־קינד ווייס היינט מעהר פאר די גרעסטע שעניען אין די גרוי־אַלטע צייטען. אָבער דער „מיר“ איז נאָך, ליידער, אַלץ אַ בעשרענקטער, טראָצדעם וואס די פאָלקס־בילדונג מאַכט אויך ריזיגע פאָרטשריטע. די מאַסען מוזען אָננעהמען ב א מ ו נ ה פיעלע זאכען, צו פיעל זאכען, ניט נור

דעריבער, ווייל אַ גאַנץ קליינע צאָהל מענשען האָבען די מעגליכקייט צו שטודירען גרינדליך אין אוניווערסיטעטען, זאָנדערן אויך דעריבער, ווייל די וויסענשאַפטען זיינען זעהר פערצווייגט און ספּעציאַליזירט געוואָרען, זאָ דאָס אפילו הויך־געבילדעטע מענשען מוזען זיך אין פיעלע זאַכען פעראַלזען אויף אויטאָריטעטען און עקספּערטען.

עס איז שוין אונמעגליך אין אונזערע צייטען פאַר אַ מענשען, ווי גרויס זיין זשעניע זאָל ניט זיין, מעג ער אפילו איבערשטייגען מיט זיינע גייסטיגע פעהיגקייטען אַן אריסטאָטעל, צו קענען אַלע וויסענשאַפטען. דער גרעסטער אַנאַטאָם אָדער פיזיאָלאָג, למשל, מוז אַננעהמען פאַר אַן אָטאָריטעט אַן אסטראָנאָם, ווען עס קומט צו אויסרעכענונגען וועגען די בעוועגונגען פון הימלישע קערפּערס, וועגען אַ ליקוי חמה, ליקוי לבנה, א. ז. וו. אָבער אין אזעלכע פעלע איז די אמונה בעגרינדעט אויף פיעל מאָל בעשטעטיגטע פּאַקטען, אויף אונבעשטרייטבאַרע ערפאַהרונגען. מען פערלאַנגט דאָ ניט פון אונז צו גלויבען סתם אין דער וועלט אריין. מען לערנט אונז אַלץ ניט נור אזעלכע זאַכען וואָס לייגען זיך אויפ'ן שכל, זאָנדערן אויך אַזעלכע, וועלכע מיר זיינען אליין אימשטאַנד נאָכצומאַכען און צו בעווייזען, ווען נור מיר זאָלען זיך דערמיט פּערנעהמען, ווען מיר זאָלען עס מאַכען פאַר אונזער ספּעציאַליטעט.

געוועהנליך קענען מיר אַלץ מעהר גלויבען אין די פערזיכערונגען פון אַ וויסענשאַפט, וואָס מעהר זי טרעפט אין איהרע פאָראויסזאָגען, וואָס מעהר איהרע נביאות ווערען בעשטעטיגט. עס איז בכלל ניט נויטהיג, אַז מיר זאָלען זעהן יעדע זאַך מיט אונזער אייגענע אויגען, אָדער אַלעס אליין אויספּראָבירען, אויספאָרשען און נאָכמאַכען, אום צו געווינען די זיכערהייט, אַז אַלעס וואָס אַ וויסענשאַפט לערנט אונז, איז טאַקע ריכטיג. עס איז געוועהנליך גענוג פאַר אונז, ווען מיר זעהען די רעזולטאַטען דערפון. ווער עס האָט ניט געלערנט אַנאַטאָמיע, דער ווייס ניט, ווי אונזער אייגענער קערפּער איז געבויט — וויפיעל פון אונז האָבען עס, למשל, אפילו געזעהן אַ מענשליכע האַרץ? אָבער קיין איינציגער מיט אַ קלאָרען פערשטאַנד וועט ניט צווייפלען אין די אַנאַטאָמישע בעשרייבונגען שוין צוליעב דעם אליין, ווייל אָהן דעם וואָלט מען ניט געקענט מאַכען וויכטיגע כירורגישע אָפּעראַציעס.

וואָס אַנבעלאַנגט אַסטראָנאָמיע, ווייס יעדער איינער, אַז איהרע פּאָראויסזאָגונגען זיינען אַזוי זיכער, ווי דער טאָג. דאַרום מוז מען שוין אָננעהמען, אַז די פּונקטען, אויף וועלכע זי שטיצט זיך אין איהרע אויזרעכנונגען און פּראָפּעציייהונגען, זיינען ריכטיגע, אַבוואָהל מען דאַרף זיין אַ קענער פון דער העכערער מאַטעמאַטיק, אום אפילו צו פערשטעהן, ווי אַזוי אַזעלכע רעכנונגען ווערען געמאַכט.

דער גרויסער עולם האָט שוין געהאַט טויזענדע מאָל די געלעגענהייט צו איבערצייגען זיך, אַז אַסטראָנאָמען טרעפען אויפן האָהר, ריכטיגער געזאָגט, אויף דער רגע, ווען זיי זאָגען פּאָראויס אַ ליקוי חמה, אָדער אַ ליקוי לבנה, אָדער די צוזאַמענטרעפונגען און בעוועגונגען פון פּלאַנעטען, א. ז. וו. די ריכטיגקייט פון אַסטראָנאָמישע רעכנונגען ווערט אויך בעוויזען יעדע מינוט ביי ים־פאָהרעריי און ביי געוויסע לאַנד־מעסטונגען. דאַרום גלויבט מען שוין אויפ'ן וואָרט, אָהן דעם מינדעסטען שפּור פון צווייפעל, ווען אַסטראָנאָמען זאָגען פּאָראויס געוויסע בעוועגונגען פון דער ערד, פון דער לבנה, פון פּלאַנעטען און קאָמעטען אפילו אין טויזענדע יאָהרען אַרום. מען מעג זיי אָגב גלויבען, ווייל מען פערשטעהט אויך, אַז זיי האָבען קיין אַבזיכט און קיין אינטערעס צו נאַרען דעם עולם אָדער אויסצונוצען די אונוויסענהייט פון די מאַסען.

מיר וועלען שפּעטער איבערגעבען, ווי אַזוי מען האָט אויף דעם גרונד פון געוויסע אויסרעכנונגען אַנגעוויזען אויף וועלכען פּונקט פון הימעל עס געפינט זיך אַ נייע פּלאַנעטע, וועלכע מען האָט אַ נאָמען געגעבען נעפּטון, און בעשטימט מיט עכט־מאַטעמאַטישער פּינקטליכקייט, ווי ווייט זי איז פון דער זון, ווי לאַנג עס דויערט איהר רייזע אַרום דער זון, ווי גרויס זי איז, וויפיעל זי וועגט, א. ז. וו. נור דערווייל וועלען מיר וואַרפען אונזערע בליקען אויפ'ן הימעל און בעטראַכטען די שטערן־וועלט מיט אונזערע נאַקעטע אויגען, אַט אַזוי ווי דאָס האָבען געטאָן די פּאַרצייטיגע מענשען, ווען זיי האָבען אָנגעפאַנגען צו אינטערעסירען זיך דערמיט.

און אינטערעסירען זיך מיט הימלישע ערשיינונגען האָבען שוין געמוזט מענשען אפילו אויף דער ניעדריגסטער שטופע, ווען זיי האָבען זיך נאָך געפונען איז אַזאַ ווילדען צושטאַנד, וואָס אַנטקעגען דעם איז דער היינטיגער ווילדעסטער מענש אין די פערוואָרפענסטע ווינקעלאַך

פון דער ערד און ענטוויקעלטער מענש. לאזענדיג און א זייט די ער־שיינונגען פון טאָג און נאַכט, וועלכע ציהען אויף די אויפמערקזאמקייט פון חיות, און פון די יאַהרעס־צייטען, מיט וועלכע פיעלע מינים פויגלאך רעכענען זיך מערקווירדיג רעגעלמעסיג אין זייערע וואַנדערונגען, ווי יעדער איינער ווייס עס, האָבען די ווילדעסטע מענשען געמוזט האלטען אין זינען די מאַנאַטליכע בעוועגונגען פון דער לבנה, אום צו בענוצען זיך מיט איהר שיין אין געוויסע נעכט.

שפּראַך־פאָרשונגען צייגען, אז דער נאָמען פון דער לבנה ביי מאנכע פעלקער שטאַמט פון א וואָרט, וואָס בעדייטעט: מ ע ס ט ע ן. דאָס צייגט קלאָר, אַז מען האָט זיך בענוצט מיט איהרע בעוועגונגען אלס מאָס פון צייט. אין דער רוסישער און אין מאַנכע אַנדערע סלאַווישע שפּראַכען דיענט דער וואָרט „מעסיאַץ" צו בעצייכנען אַ מאָנאַט און די לבנה. דער בעריהמטער אסטראָנאָם ה ע ר ש ע ל האָט געזאָגט, אז דער זיכערסטער און גענויעסטער זייגער איז די לבנה. מען דאַרף אָבער וויסען ווי צו טרעפען איהרע ווייזערס אויף דעם הימלישען ציפער־בלאַט. יעדענפאלס האָבען זיך אלע פעלקער צוערשט בענוצט מיט דער לבנה פאר זייערע צייט־רעכנונגען און קאַלענדארס, און ביי מאַנכע פעלקער, דארונטער אויך ביי אונז, אידען, איז עס אזוי פערבליבען עד היום.

ווען מען וויל בעגרייפען, ווי וויכטיג עס איז פאר ווילדע מענשען צו קוקען גאַנץ אָפּט אויפ'ן הימעל און צו לערנען ניט נור די שיינבארע בעוועגונגען פון הימלישע קערפּערס, זאָנדערן אויך געוויסע גרופּען פון שטערן אין געוויסע צייטען פון יעדער נאַכט, פון יעדען מאנאט, פון יעדער יאָהרעסצייט, זאָל מען זיך פאָרשטעלען, אז מען ווערט פּלוצלונג פערוואָרפען אין אַ ווילדערנעס אָהן שום זייגערס און אָהן אירגענד וועלכע מעסטונגס־אינסטרומענטען בכלל. אָה, וועלען מיר עס דאַן אַליין ריכטען אונזערע דערשראָקענע בליקען צו די שטערן, אום ווי עס איז צו קענען געהן אין אַ בעשטימטער ריכטונג! מיר וועלען שוין אויס־מאַרקירען אַ בעזאָנדערס העלען שטערן און זעהן צו שפּרייזען אזוי, אז ער זאָל אונז שטענדיג ליכטען פאָראויס, אָדער רעכטס, אָדער לינקס און איבערהויפּט דיענען אלס וועג־ווייזער.

אויף אַזאַ אופן וועלען מיר שוין אַליין מעהר בעקאַנט ווערען ניט נור מיט די שטערן, וועלכע שיינען העלער און וואַרפען זיך דארום

מעהר אין די אויגען, זאנדערן מיר וועלען אויך אויסגעפינען, אז זיי בלייבען ניט שטענדיג אויף איין ארט, נור זיי געהען אויף און געהען אונטער אונגעפעהר אזוי ווי די זון אדער ווי די לבנה.

קורץ, מיר וועלען דאן ווערען פיעל גרעסערע שטערן־זעהער און וועלען פיעל מעהר וויסען, וואס עס טהוט זיך אויפ'ן הימעל ביי נאכט, איידער היינט, ווען מיר האבען אויסגעלעגטע וועגען. ווען מיר בע־זיצען לאנד־קארטען, זייגערס, און דערצו נאך ווען מיר וואהנען אין שטעדט און זיינען אזוי פערהאוועט, אז מיר דערלאנגען גאנץ זעלטען א קוק אויפ'ן הימעל און דערקענען ניט אפילו די מערקווירדיגסטע שטערן־גרופען, אויף וועלכע יעדער פויער קען לייכט אנצייגען און אנ־רופען זיי זאגאר מיט זייערע אלטע נעמען.

פאר ווילדע מענשען און אויך פאר אקער־בויער פון קולטור־פעל־קער וואס האבען נאך ניט אירגענד וועלכע אינסטרומענטען צו מעסטען די צייט, זיינען די שטערן אזוי ווי אלמאנאכען. נאך די פאזיציעס פון דער זון, פון דער לבנה, פון די פלאנעטען און שטערן בכלל, קע־נען אויך ווילדע מענשען וויסען ווי שפעט עס איז און אויסרעכענען ווען צו געהן אין געיעג און ווען צו פערזייהען אויף די פעלדער.

אזעלכע אסטראנאמישע בעטראכטונגען, אויסרעכנונגען און ער־פאהרונגען זיינען, זעלבסטפערשטענדליך, געווען פון דער גרעסטער וויכטיגקייט אפילו פאר די ערשטע מענשען, און דארום פלעגט איין דור איבערגעבען זיינע קענטניסע וועגען דעם צום אנדערען, און איין פאלק פלעגט זוכען צו לערנען עס ביי אן אנדערן אין אלע צייטען מיט דעם גרעסטען אינטערעס. אזוי איז שטערן־זעהעריי געווארען דער אנפאנג פון אסטראנאמיע און איז פערשפרייט געווארען צווישען די פעלקער אפילו אויף די ניעדריגסטע שטופען פון קולטור.

מיט דער צייט, וואס מעהר מען האט בעטראכט די הימלישע וועלט און נאכגעשפירט די בעוועגונגען פון געוויסע שטערן, ספעציעל פון די פלאנעטען אדער וואנדערנדע שטערן, האט מען אויך געזוכט צו פער־בינדען דיעזע בעוועגונגען מיט פאסירונגען אויף דער ערד, מיט גע־שעהניסען צווישען פעלקער און איינצעלנע מענשען, מיט דעם וואס מען רופט געוועהנליך „שיקזאל", און דערפון איז ענטשטאנען די אסטראלאגיע אדער די קונסט צו טרעפען און פאראויסצוזאגען די

צוקונפט לויט געוויסע סמנים אויפ'ן הימעל, לויט די פּאָזיציעס פון די שטערן אין אַ בעשטימטען מאָמענט.

די דאָזיגע טרעף־קונסט, וועלכע איז ביי געוויסע פעלקער אויף אַ געוויסע שטופע פון קולטור בעזאָנדערס שטאַרק איינגעוואָרצעלט און פערשפרייט געוואָרען, און מיט וועלכער די גרעסטע אסטראָנאָמען אין מיטעל־אלטער, אפילו ק ע פּ ל ע ר און אנדערע גרינדער פון דער מאָדערנער אסטראָנאָמיע, האָבען זיך פיעל בעשעפטיגט, איז איבער־געגאנגען פון איין פאָלק צום צווייטען און האָט פון איהר זייט זעהר פיעל בייגעטראָגען צו דער פערמעהרונג פון קענטניסע וועגען די שטערן־וועלט און צו דער ענטוויקלונג פון דער וויסענשאפטליכער אסטראָ־נאָמיע.

אַז די ערד איז קיילעכדיג, דאָס ווייס היינט יעדער איינער שוין דערפון אליין, וואָס מען מאכט רייזען אַ ר ו ם א י ה ר אין אלע ריכטונגען. דאָס האָבען שוין פערשטאַנען די שטערן־זעהער אין גאַנץ אלטע צייטען און דאָס איז אויך אָנגענומען געוואָרען פון פיעלע פער־צייטיגע פילאָזאָפען. צו אַזאַ שלוס האָט מען געמוזט קומען, ווען נור מען האָט אָנגעהויבען נאָכצודענקען גרינדליך וועגען די ערשיינונגען פון אַלע הימלישע קערפּער, פון טאָג און נאַכט, וועגען זון אויפ־גאנג און אונטערגאנג, ווי דאָס וועט געשילדערט ווערען שפּע־טער, ווען מיר וועלען האלטען ביי דער בעטראַכטונג פון דער גאַנצער זונען־סיסטעם.

אָבער אַז די בעוועגונגען פון דער זון זיינען נור ש י י נ ב א ר ע און אַז אין דער ווירקליכקייט דרעהט זיך גאָר די ערד ארום דער זון אזוי ווי אלע אנדערע פּלאַנעטען — דאָס האָט מען געקענט דערגעהן נור נאָך לאַנגע בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען פון גרויסע דענקער און געלעהרטע, און דאָס קען מען גרינדליך וויסען נור דאַן, ווען מען שטודירט די מאַטעמאַטישע אסטראָנאָמיע. מען קען עס אָבער דאָך בענעהמען און פערשטעהן, ווען מען לעזט אַזעלכע אסטראָנאָמיעס, וועלכע ווערן געשריבען פאַר די מאַסען און איבערהויפּט פאַר מענשען וואָס קענען בלויז אביסעל אריטהמעטיק.

מען האָט אויך ערפונדען געוויסע א י נ ס ט ר ו מ ע נ ט ע ן צו ציינען בעשיינפערליך, צו בעווייזען אונבעשטרייטבאר, אַז די ערד

שטעהט ניט אויף איין אָרט און אַז זי איז ניט דער צענטער, ארום וועל־כען די זון מיט אלע פּלאַנעטען, קאָמעטען און שטערן דרעהען זיך, ווי דאָס האָבען גערעכענט אפילו די בעסטע און גרעסטע אסטראָנאָמען נאָך גאָר ניט לאַנג צוריק, נעמליך, ביז דער צווייטער העלפט פון 16טען יאָהרהונדערט, ביז נאָכ'ן טויט פון קאָפּערניקוס (געבאָרען אין 1473, געשטאָרבען אין 1543); נור אַז זי דרעהט זיך ארום זיך זעלבסט און אויך ארום דער זון אלס אַ צענטער.

געוועהנליך פאנגט מען אן פּאָפּולערע אסטראנאמיעס מיט אַזעלכע בעטראכטונגען און בעווייזע. מען שטעלט זיך צוערשט אָפּ אויף דער ערד אלס אַ טהייל פון דער זונען־סיסטעם און נאָכהער געהט מען איבער צו אַ בעטראכטונג פון פּלאנעטען און שטערן. אזוי איז עס אויך, למשל, אין ק אַ מ י ל פ ל אַ מ אַ ר י אָ ן'ס בע־ריהמטער פּאָפּולערער אסטראָנאָמיע, וועלכע איז געקרוינט געוואָרען פון דער פראנצויזישער אַקאַדעמיע, איז איבערזעצט געוואָרען אין פיעלע שפּראכען און איז פערשפּרייט געווארען אין הונדערטע טויזענדע עקזעמפּליארען.

אין דיעזען בוך וועלען מיר אבער ענדערן דיעזע ארדנונג. אונז שיינט, אז עס איז לייכטער צו בעקענען זיך מיט אסטראָנאָמיע און צו בענעהמען די גאנצע „הימלישע וועלט", ווען מען בעטראכט צוערשט די שטערן און מען לערנט דערביי וואָס געלעהרטע זיינען דערגאנגען וועגען זיי מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען און אַנדערע אינסטרו־מענטען און מיטלען, וועלכע זיינען ענטדעקט געוואָרען אין אונזערע צייטען.

געוויסערמאסען וועלען מיר דא נאכפאלגען דעם וועג פון דער אסטראָנאָמיע זייט איהר אָנפאנג, דאָס הייסט זייט מענשען האָבען גענומען ס אָ ר ט י ר ע ן די שטערן לויט זייער העלקייט, פּאָזיציעס און בעוועגונגען, ווי מען האָט עס געקענט מ ע ר ק ע ן מ י ט נ אַ־ק ע ט ע אויגען.

קאפיטעל 2.

אין אַ שטערנדיגער נאַכט. — „דער גרויסער בער“ און דער „פּאָלאר שטערן“.

לאָמיר אלזאָ בעטראכטען דעם הימעל ביי נאַכט אזוי ווי די פּער־צייטיגע מענשען האָבען עס געטהאָן.

די ערשטע זאַך וואָס וועט זיך אונז ווארפען אין די אויגען, איז דער פאקט אז ניט אַלע שטערן שיינען און פונקלען גלייך. עס זיינען פאראן אזעלכע שטערן, וואס מען קען אפילו זעהן דורך לייכטע וואָל־קענס, און עס איז פאראן אזעלכע, וואס מען קען קוים בעמערקען מיט דער שארפסטער אויג אפילו ווען דער הימעל איז בעזאנדערס קלאהר אין אַ פינסטערער נאכט. ווען מיר זאָלען פּרובירען סארטירען די שטערן נאַך זייער העלקייט, וועלען מיר קומען צו די זעלבע רעזולטאטען, ווי די פּארצייטיגע שטערן־זעהערס. געוועהנליך האָבען זיי סאָרטירט די שטערן אויפ׳ן הימלישען געוועלב אין זעקס קלאסען.

די העלסטע שטערן האָבען זיי נאַטירליך געקענט איבערצעהלען גאַנץ לייכט. אַזעלכע זיינען זעהר ווייניג אין צאָהל. ווען אַ מענש זאָל קענען ארומנעהמען מיט זיינע בליקען דעם גאנצען הימלישען געוועלב ארום דעם ערד־קוגעל, די נאָרדליכע און זידליכע העלפטען צוזאמען, וואָלט ער געקענט זעהן ניט מעהר ווי 19 שטערן פון דער ערשטער קלאסע, אָדער, ווי מען זאָגט עס אויף דעם אסטראָנאָמישען לשון, ערשטע מ א ג נ י ט י ו ד (פון דעם לאַטיינישען וואָרט „מאַג־נוס“, וואָס בעדייטעט גרויס). נאָר אויף דער נאָרדליכער העלפט פון דער ערד, וואו די פּארצייטיגע שטערן־זעהערס האָבען געלעבט און וואו מיר לעבען היינט (דער זידליכער האלב־קוגעל פון דער ערד איז נאָך עד היום זעהר ווייניג בעוואהנט), קען מען ניט זעהן מעהר ווי 14 שטערן פון דער ערשטער מאַגניטיוד.

די שטערן פון דער צווייטער קלאסע אָדער מאַגניטיוד זיינען אויך ווייניג אין צאָהל און מען קען זיי לייכט איבערצעהלען. די פּארצייטיגע שטערן־זעהערס האָבען איבערגעצעהלט 50 אזעלכע. די שטערן פון די נעקסטע 4 קלאסען האָט מען שוין ניט געקענט אזוי זיכער און בע־שטימט איבערצעהלען. די שטערן פון דער זעקסטער מאַגניטיוד זיי־

נען אזעלכע, וואס מען קען זיי קוים זעהן מיט שארפע אויגען אין א זעהר קלארער נאכט, ווען די לבנה שיינט ניט.

די גאנצע צאהל פון שטערן, וואס א מענשליכע אויג קען זעהען אהן ערוויטערונגס־גלעזער, איז אונגעפעהר 5000. אבער אויף א געוויסען פונקט פון דער ערד קען מען אין אלגעמיין אפילו א העלפט פון דיעזער צאהל ניט זעהן. צום זיד פון עקוואטאר זעהט מען גאנץ אנ־דערע שטערן, ווי צום נארד פון עקוואטאר. די ערשטע אייראפעאישע ים־פאהרער אין דער זידליכער העלפט פון דער ערד, עטליכע יאהר נאך דער ענטדעקונג פון אמעריקא, האבען זיך ניט ווייניג געוואונדערט און אויך געשראקען, וואס די שטערן אויפ׳ן הימלישען געוועלב זיינען דארטען אנדערע, ווי אויף דער נארדליכער העלפט. עס זיינען דא א סך שטערן, וואס די איינוואהנער פון נארד אמעריקא, פון אייראפא און פון נארד אזיען קענען קיין מאל ניט זעהן, און עס זיינען דא א סך שטערן, וואס די איינוואהנער פון זיד־אמעריקא און פון אויסטראליען קענען קיין מאל ניט זעהן. ווען איינער וואס בעטראכט די שטערן ביי נאכט, למשל, אין ניו יארק, זאל פלוצלונג טראנספארטירט ווערען, למשל, אין בוענאס איירעס (ארגענטינא), וועט ער געוויס ערשטוינט ווערען, ווי דער שטענדיגער הימעל דארטען זעהט אויס אנדערש.

נאר אזוי ווי מיר זיינען דאך נארד־מענשען, וועלען מיר זיך ניט קימערען מכח די שטערן ארום דעם זיד־פאל. אבער אויך אין נארדליכע געגענדען קענען מיר ניט יעדען אבענד און אויך ניט יעדען מאנאט פון יאהר זעהן די זעלבע שטערן. אין ניו יארק סטייט, און איבער־הויפט צווישען די פאסען ארום דעם ערד־קוגעל, ווי די ברייטקייט פון יונייטעד סטייטס, קען מען מיט די שארפסטע אויגען אין א קלאהרער און דונקעלער נאכט זעהן אין פערלויף פון א יאהר צייט ניט מעהר ווי פאלגענדע צאהלען שטערן:

ערשטע	מאגניטיוד — — —	14
צווייטע	מאגניטיוד — — —	48
דריטע	מאגניטיוד — — —	152
פיערטע	מאגניטיוד — — —	313
פינפטע	מאגניטיוד — — —	854
זעקסטע	מאגניטיוד — — —	2010
צוזאמען	— —	3391

ווען דער הימעל איז ניט גענוג קלאר, קען מען אפילו די שטערן, פון דער פינפטער מאגניטיוד אויך ניט זעהן. ווען די לבנה איז אין פולען שיין, איז עס שווער צו בעמערקען מיט געוועהנליכע אויגען אפילו די שטערן פון דער דריטער מאגניטיוד.

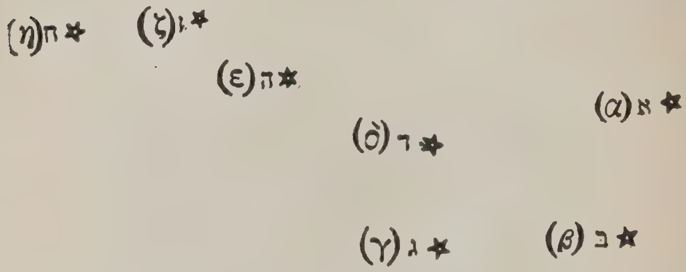
אזוי ווי מיר זיינען אנפאנגער אין שטערן־זעהעריי, וועלען מיר נאר זוכען אויפ'ן הימעל די שטערן פון די ערשטע דריי מאגניטיודען און די וויכטיגסטע שטערן־גרופען. דאס וועט אונז לייכטער מאכען צו בעקענען זיך מיט דער הימלישער געאגראפיע. זאנסט וועלען מיר נאך צומישט ווערען און „פערלירען דעם וועג".

מיר וועלען דא ווידער נאכפאלגען די ערשטע שטערן־זעהער, וועלכע האבען, נאטירליך, זיך גערעכענט מיט די העלסטע שטערן און מיט די אויפפאלענדסטע שטערן־גרופען. בעאבאכטענדיג די שטערן בכלל האבען זיי אויסגעפונען, אז זיי, די שטערן, בלייבען ניט שטענדיג אויף איין פונקט פון דעם הימלישען געוועלב, נאר בעוועגען זיך אין געוויסע קרייזען. דאס זעלבע וועלען מיר אויסגעפינען, ווען מיר זאלען בלויז איין נאכט אויפמערקזאם בעטראכטען די בעמערקבארסטע שטערן אויפ'ן הימעל.

אם לייכטעסטען וועלען מיר דאס אויסגעפינען, ווען מיר זאלען צוערשט בעטראכטען א שטערן־גרופע, אדער ווי מען רופט עס אויף דעם אסטראנאמישען לשון „קאנסטעלאציאן", וועלכע איז אונז מעהר בעקאנט פאר אלע אנדערע. דאס איז די שטערן־גרופע, וועלכע ווערט אין דער אסטראנאמיע גערופען „דער גרויסער בער" און וועלכע טראגט פערשיעדענע אנדערע נעמען ביי פערשיעדענע פעלקער. דער געוועהנליכסטער פון דיעזע פאלקס־נעמען איז „דער וואגען". דער פאפולערער ענגלישער נאמען פאר דיעזע שטערן־גרופע איז „דהי דיפפער", ווייל איהר פארמע האט עטוואס עהנליכקייט צו דער כלי „דיפפער", וועלכע ווערט געברויכט צו שעפען וואסער. מען רופט איהר אויך „דער אקער" און „דוד'ס וואגען". אין איוב (ט, ט) ווערט זי גערופען „עש".

דאס איז א גרופע פון 7 שטערן פון דער צווייטער מאגניטיוד, ווי דאס ווערט פארגעשטעלט אויף די פאלגענדע צייכנונגען. אויב עס געפינען זיך צווישען די לעזער אזעלכע, וואס האבען נאך קיין מאל ניט בעטראכט אויפ'ן הימעל אפילו דעם „גרויסען בער", זאלען זיי זיך

שטעלען מיט׳ן פּנים צו נאָרד און זוכען דאָרטען זיעבען שטערן פון כמעט דעם זעלבען שיין, אָבגעזונדערט איינע פון די אַנדערע אַזוי ווי אויף דער צייכנונג נומ 1.



צייכנונג 1. — די 7 הויפּטשטערן פון דער שטערנגרופּע „גרויסער בער“.

דאָס איז אַ פאָרשטעלונג פון דעם „גרויסען בער“ אין איינער פון זיינע פּאָזיציעס אויפ׳ן הימלישען געוועלב. די 4 שטערן (א, ב, ג, ד) זאָלען עס זיין דעם בער׳ס קערפּער (אדער די „רעדער פון וואגען“) און די 3 שטערן (ה, ז, ח) זיין עק.

די איינגעשלאָסענע בוכשטאַבען אויף דיזער צייכנונג זיינען גריכישע: אַלפאַ, בעטאַ, גאַמאַ, א. ז. וו. געוועהנליך געברויכט מען זיי צו בעצייכנען די שטערן פון אַ בעשטימטער קאָנסטעלאַציאָן. אָט למשל, ווען אַסטראָנאָמען זאָגען אַלפאַ פון „גרויסען בער“, ווייסען זיי שוין, וועלכען מען מיינט עס.

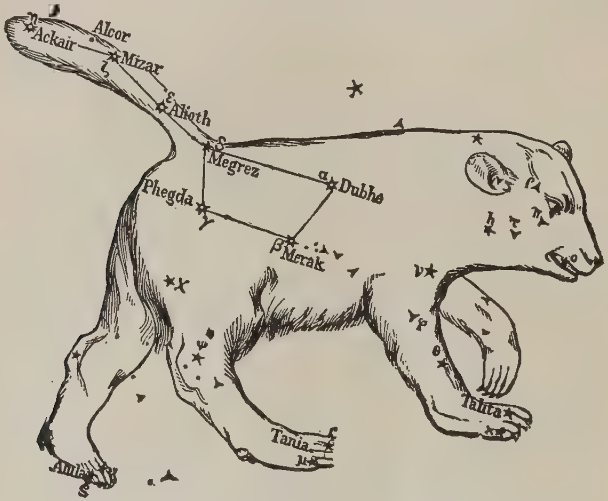
פאַר דעם אָנפאַנגער איז עס בעזאָנדערס וויכטיג אויסצומארקירען אויפ׳ן הימעל דיעזע שטערן־גרופּע. מען קען איהר אין אונזערע נאָרד־געגענדען זעהן יעדע נאַכט, נאַטירליך ווען דער הימעל איז ניט פערוואָלקענט. זי געהערט צו די יעניגע שטערן, וועלכע ווערען גערופען אין דער אַסטראָנאָמיע „סירקומפּאָלערע“. דאָס מיינט, אז זיי געהען ניט אונטער, פערשווינדען ניט פון אונזער האָריזאָנט ווען מיר געפינען זיך אויף אַ בעשטימטער ווייטקייט פון נאָרד פּאָל. עס מאַכט ניט אויס וועלכע נאַכט איהר וועט אויסקלייבען צו בעטראַכטען דעם שטערנדיגען הימלישען געוועלב, וועט איהר אַלץ זעהן דעם „גרויסען בער“, אַמאָל הויך אויף דעם האָריזאָנט, אמאל ניעדעריג, אמאל רעכטס (צו מזרח־זייט) און אמאָל לינקס (צו מערב־זייט). די פערשיעדענע פּאָזיציעס

פון דיעזע און אנדערע שטערן־גרופען הענגען אָב, ווי מיר וועלען דאָס אליין אויסגעפינען, ווען מיר זאלען זיי נאכשפירען אפילו אין איין קלאָ־רע שטערנדיגע נאכט, פון דעם וואס זיי שיינען צו דרעהן זיך פונקט ווי די זון ארום אונזער ערד יעדע 24 שטונדען, אָט למשל ווי אויף דער צייכנונג נומ. 2.

צייכנונג 2. — פיער פון די פּאָזיציעס פון דעם „גרויסען בער" אין זיין טעגליכער בעוועגונג אַרום דעם „פּאָלאַר שטערן" (די פיילען ציינען די ריכטונג פון דיזער בעוועגונג).

דער נאָמען ,,גרויסער בער'' איז אַ מיטהלאָגישער, ווי די נעמען פון די מייסטע אנדערע שטערן־גרופען און פון אלע מזלות, מיט וועלכע מיר וועלען זיך באלד בעקענען. אין אלטע צייטען האָבען זיך מענשען איינגעבילדעט, אַז דער הימעל איז בעזעצט מיט פערשיעדענע בעשע־פענישען. מען האָט זיך פאָרגעשטעלט, אַז די פיער שטערן פון דיעזער גרופּע, וועלכע בילדען דעם פיער־עק, ליגען אין דעם קערפּער פון דעם ,,בער'', און אז די איבעריגע דריי שטערן בילדען זיין עק. די יעניגע, וואָס רופען דיעזע שטערן־גרפּע ,,דער וואָגען'', וועלען אייך זאָגען, אַז די 4 שטערן שטעלען פאָר די רעדער פון דעם דאָזיגען וואָגען און אַז די 3 שטעלען פאָר דעם שטאַנג מיט די צוגעבונדענע אָקסען.

צוויי שטערן פון דיזען פיער־עק ווערען גערופען „פּאָינטערס“ אָדער „אָנצייגערס“. דיעזען נאָמען האָבען זיי געקראָגען, ווייל זיי דיענען אָנצוצייגען דעם שטערן, וועלכער געפינט זיך נעבען דעם נאָרד־פּאָל פון דעם הימלישען געוועלב און וועלכער טראָגט דארום דעם נאָמען „פּאָלאַר שטערן“. אויף אונזער צייכנונג נומ. 1 זיינען



דער „גרויסער בער“ לויט מיטהאָלאָגישע איינבילדונגען מיט די נעמען פון זיינע קענטיגערע שטערן.

דאָס די שטערן „א“ (אַלפאַ) און „ב“ (בעטאַ). ווען מיר זאָלען אין אונזערע געדאנקען פערבינדען דיעזע צוויי שטערן מיט אַ גלייכער ליניע און דאן זיך פאָרשטעלען, אז דיעזע ליניע ציהט זיך ווייטער ארויף אונגעפעהר 5 מאָל אזוי לאַנג, ווי די שטרעקע צווישען דיעזע צוויי שטערן, וועט דיעזע ליניע טרעפען אַ שטערן פון אונגעפעהר גלייכען גלאַנץ (אויך פון דער צווייטער מאַגניטיוד), וועלכער איז עס דער פּאָלאַר שטערן. אויף דער צייכנונג נומ. 3 שטעלט די געשטריכעלטע ליניע פאָר די פּאָזיציעס פון די „אָנצייגערס“ און פון דעם „פּאָלאַר שטערן“.

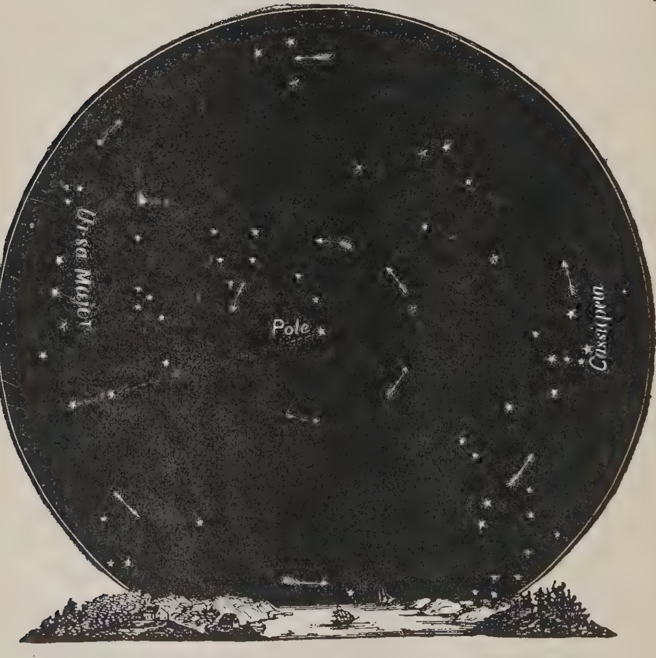
אויב דער לעזער אינטערעסירט זיך איבערהויפּט מיט דער שטערן־וועלט און וויל וויסען, ווי צו דערקענען די מערקווירדיגסטע שטערן אויף דעם הימלישען געוועלב, זאָל ער זיך גוט אין קאָפּ אריינגנעהמען די פּאָזיציעס, ווי אויף דיזער צייכנונג, און זאָל עטליכע מאָל פּרובירען אויפזוכען דעם „גרויסען בער" און דורך זיינע „אָנצייגערס" דעם „פּאָלאר שטערן". אויב ער וועט עס ניט וויסען, וועט ער זיך, זאָ צו זאָגען, שטענדיג פערלירען צווישען די שטערן, און דער הימעל וועט פאַר איהם בלייבען טאַקע ווי אַ געוועלב מיט „שטערן אָהן אַ צאָהל" און אָהן שום אָרדנונג.

די וויכטיגסטע זאך פאר יעדען איינעם, וואס וויל ניט בלייבען אונוויסענד מכח די שטערן אויפ'ן הימעל, איז צו קענען אָנצייגען וואו דער **פּאָלאַר שטערן** געפינט זיך. דאָס איז דער **צענטראַל פּונקט** פון דער שטערן־וועלט פאר אונזערע אויגען. אויף יעדען אָרט פון דער נאָרדליכער הלעפט פון דעם ערד־קוגעל וועלען מיר איהם שטענדיג זעהן, נאַטירליך אין אַ שטערנדיגער נאַכט, **אונבעוועגליך אויף איין אָרט**.

ווען מיר זאָלען וואנדערען אלץ ווייטער צום נאָרד, וועלען מיר בעמערקען, אז דער פּאָלאר שטערן **הויבט זיך אַלץ מעהר איבער אונזערע קעפּ**. אויף דעם סאמע נאָרד־פּאָל פון דער ערד געפינט ער זיך אויף דעם **זעניט**, דאָס הייסט: פּונקט איבערן קאָפּ אין רעכטען מיטען פון דעם הימלישען געוועלב. נעבען עקוואטאָר קען מען איהם זעהן גאַנץ ניעדריג,ביים ראַנד פון האָריזאָנט, זאָ צו זאָגען, צו אונזערע פיס. צום זיד פון עקוואַטאָר זעהט מען איהם שוין גאָר ניט. נור וואו מיר זאָלען ניט וואַנדערען איבער דער נאָרדליכער העלפט פון דער ערד, פון דעם עקוואַטאָר ביז צום נאָרד־פּאָל, וועלען מיר אַלץ זעהן, אַז זיין פּאָזיציע געגענאיבער דעם „גרויסען בער" און אַלע אַנדערע שטערן ווערט ניט געענדערט און אַז ער אַליין בלייבט אויף דעם זעלבען פּונקט, ווערענד אלע אַנדערע שטערן מאַכען קרייזען ארום איהם, נאַטירליך אַלץ גרעסערע, וואָס ווייטער זיי זיינען פון איהם.

בעטראַכט טאַקע דעם „גרויסען בער" אין פערשיעדענע שטונדען פון אַ נאַכט, לאָמיר זאָגען ארום 6, 9 און 12 אוהר, און נאכהער פריה־מאָרגענס, איידער עס הויבט אָן צו טאָגען, וועט איהר זעהן, ווי דיעזע

שטערן־גרופּע האָט געמאַכט מעהר ווי אַ האַלבען קרייז אַרום דעם פּאָלאַר שטערן, אַלץ פון מזרח־זייט צו מערב־זייט. דער פּאָלאַר שטערן וועט אָבער בלייבען אַלץ אין דער זעלבער פּאָזיציע צו די „אָנצייגערס״. אַזעלכע בעוועגונגען אַרום דעם פּאָלאַר שטערן וועלען מיר אויך אויסגע־פינען, ווען מיר וועלען בעטראַכטען אַנדערע שטערן־גרופּען אין פערלויף פון אַ נאַכט.



ציינכנונג 3. — די קענטיגסטע שטערן אַרום דעם פּאָלאַר שטערן.

אויף דער צייכנונג 3 זיינען מאַרקירט די העלסטע און פּאָלגליך די קענטיגסטע שטערן אַרום דעם „פּאָלאַר שטערן״. פון איין זייט (לינקס) איז דער גרויסער בער („אורסאַ מאַיאָרים״ אויף לאַטייניש), און אַנטקעגען איהם (רעכטס) איז די שטערנגרופּע, וואָס ווערט גע־רופען מיט דעם גריכישען נאָמען „קאַסיאָפּעיאַ״.

אַט אַזוי זיינען די פּאָזיציעס פון דיזע צוויי שטערנגרופּען אַרום דעם „פּאָלאַר שטערן“ אין מאָנאַט אויגוסט, ווען עס ווערט אָבענדס. אין אַנדערע מאָנאַטען זיינען זייערע גענענזייטיגע פּאָזיציעס אַנדערע, אָבער אַלץ אויף דער זעלבער ווייטקייט פון „פּאָלאַר־שטערן“. די ווייזערס אָדער פייַלען צייגען אָן ד י ר י כ ט ו נ ג פון דער בעוועגונג פון די שטערן אַרום דעם פּאָלאַר־שטערן אין צענטער.

די געשטריכעלטע גלייכע ליניע, וואָס ציהט זיך פון פּאָלאַר־שטערן צו די צוויי שטערן פון דעם פיער־עק פון „גרויסען בער“, איז עס די דאָזיגע, וואָס מען דאַרף זיך פ אָ ר ש ט ע ל ע ן, אום צו געפינען דעם פּאָלאַר־שטערן דורך די צוויי „פּאָינטערס“.

עס איז גענוג אַפילו איין מאָל צו מאַכען אַזאַ בעאָבאַכטונג אויפ'ן הימעל און אויסצוגעפינען דעם „פּאָלאַר־שטערן“ דורך די „פּאָינטערס“ פון דעם „גרויסען בער“, אום נאָכהער צו קענען גאַנץ שנעל און לייכט אָנווייזען אויף דעם נאָרד־פּאָל פון הימלישען געוועלב.

קאַפּיטעל 3.

ווי אַזוי צו דערקענען די וויכטיגסטע שטערן־גרופּען אין די נאָרדליכע געגענדען.

דער פּאָלאַר שטערן, אַרום וועלכען אַלע אַנדערע שטערן שיינען צו דרעהען זיך רעגעלמעסיג יעדע 24 שטונדען, ווערט צוגערעכענט צו א שטערן־גרופּע, וועלכע ווערט בעצייכענט מיט דעם אַלטען מיטהאָלאָגישען נאָמען: „דער קליינער בער“. די צייכנונג נומ. 4 שטעלט פאָר די פּאָזיציע פון דעם „קליינעם בער“ געגענאיבער דעם „גרויסען בער“, וועלכער וואַרפט זיך מעהר אין די אויגען, ווייל זיינע שטערן זיינען העלערע און ווייל ער פערנעהמט אַ גרעסערען פּלאַץ אויף דעם הימלישען געוועלב. דער לעזער, וואָס וויל זיך בעקענען מיט דער אוראַנאָגראַפיע (הימלישע געאָגראַפיע), זאָל זיך צוערשט גוט אין קאָפּ אריינגעמען די פּאָזיציעס פון די שטערן, ווי אויף די צייכנונגען 3 און 4.

דער „קליינער בער“ איז אויסגעלעגט פערקעהרט ווי דער „גרויסער בער“, נעמליך: זיין „פיער־עק“ ליגט געגענאיבער דעם „דריי־עק“

פון „גרויסען בער“ און זיין „דריי־עק“ (צוזאמען מיט'ן פּאָלאר שטערן) געגענאיבער דעם „פיער־עק“ פון „גרויסען בער“. דער לעצטער שטערן פון זיין עק איז עס דער פּ אָ ל א ר ש ט ע ר ן, וועלכער געהערט צו דער צווייטער קלאסע אדער מאגניטיוד, אזוי ווי די 7 העלסטע שטערן פון דעם „גרויסען בער“. די געגענזייטיגע פּאָזיציעס פון דיעזע צוויי שטערן־גרופּען ענדערען זיך קיין מאָל ניט. אין וועלכער צייט פון יאָהר און אין וועלכער שטונדע פון דער נאכט מיר זאָלען זיי ניט בע־טראכטען, וועלען מיר אלץ געפינען, אז דער עק פון דעם „קליינעם בער“ אָדער דער פּ אָ ל א ר ש ט ע ר ן גלאנצט אויף דער זעלבער ו ו י ט ק י י ט פון די שטערן „א“ און „ב“ פון דעם „גרויסען בער“.

צייכנונג 4. — די געגענזייטיגע פּאָזיציעס פון די שטערנגרופּען „גרויסער בער“ און „קאַסיאָפּעיאַ“.

נעמליך: 5 מאָל אזוי פיעל ווי די ווייטקייט צווישען דיעזע צוויי שטערן „א“ און „ב“.

ווי דאָס איז שוין געזאָגט געוואָרען אין פאָריגען קאפּיטעל, ווערען זיי גערופען „פּאָינטערס“ אָדער „אָנצייגערס“, ווייל זיי ווייזען אויף דער פּאָזיציע פון דעם פּאָלאר שטערן. (בעטראכט ווידער די אָביגע צייכנונגען).

די צוויי לעצטע שטערן אין דער פיער־עק פון דעם „קליינעם בער“, נעמליך: „ב“ און „ג“ אויף צייכנונג נומ. 4, געהערען אויך צו דער צווייטער מאגניטיוד, ווי דער פּאָלאר שטערן. די איבעריגע שטערן פון דיעזער קאָנסטעלאציאָן געהערען צו דער דריטער גרופּע און מען קען

זיי דארום קוים בעמרעקען מיט נאַקעטע אויגען, ווען דער הימעל איז ניט גענוג קלאָהר. ווען מען זאָל בעטראַכטען דיזע שטערן פון דעם „קליינעם בער“ אין פערשיעדענע שטונדען פון אַ נאַכט, וועט מען אויסגעפינען, אַז זיי דרעהען זיך אויף אַרום דעם פּאָלאַר שטערן, ווי אַלע אַנדערע. אַמאָל וועט מען זיי זעהן ניעדריגער צום האָריזאָנט, (אַרונטער פון דעם פּאָלאַר שטערן), אַמאָל העכער, (איבער איהם, ווי אויף דער צייכנונג 4), אַמאָל אין מזרח־זייט און אַמאָל אין מערב־זייט.

וואָס אַנבעלאַנגט די געפינטעלטע ליניעס אויף דער צייכנונג 4, פערשטעהט שוין געוויס דער לעזער אַליין, אַז דאָס איז געמאַכט, אום לייכטער צו אונטערשיידען דיזע שטערנגרופּען.

דער אַנפאַנגער אין שטערנזעהעריי דאַרף איבערהויפּט האָבען אין זינען, אַז די צייכנונגען און קאַרטען פון שטערן שטעלען פאָר זייערע פּאָזיציעס אויפ׳ן הימלישען געוועלב נאָר אין אַ ג ע וו י ס ע ן מ אָ מ ע נ ט. ווען, למשל, דער „גרויסער בער“ איז פערצייכענט אויף אַ שטערן־קאַרטע צו דער רעכטער האַנד (שטעהענדיג מיט׳ן פּנים צום נאָרד), הייסט עס ניט, אַז אַזוי בלייבט עס שטענדיג. ניט נור אין אַנדערע צייטען פון יאָהר, זאָנדערן אויך אין אַנדערע שטונדען פון איין ווינטער־נאַכט קען מען די זעלבע שטערן גרופּע זעהען אין דער לינקער זייט (אַלץ שטעהענדיג מיט׳ן פּנים צום נאָרד). אַזוי ווי ער מאַכט אַ קרייז יעדע 24 שטונדען אַרום דעם פּאָלאַר־ שטערן, זאָ פערשטעהט עס זיך, אַז אין פערשיעדענע שטונדען וועלען מיר איהם געפינען אויסגעצויגען אין אַן אַנדער ריכטונג.

די בעוועגונגען פון שטערן אַרום דעם פּאָלאַר־שטערן זיינען אין דער זעלבער ריכטונג, ווי די שיינבאַרע בעוועגונגען פון דער זון, פון דער לבנה און פון אַלע פּלאַנעטען אַרום דער ערד, נעמליך: פון דער רעכטער האַנד צו דער לינקער האַנד, ווען מיר שטעהען מיט׳ן פּנים צום נאָרד, אָדער פון מזרח־זייט צו מעריב־זייט. מיר ווייסען דאָך אַלע און מיר קענען עס זעהען יעדע נאַכט, ווען די שטערן בעווייזען זיך אויף דעם האָריזאָנט אָדער „געהען אויף“ אין מזרח־זייט און פערשווינדען אָדער „געהען אונטער“ אין מעריב־זייט. אויסנאַהמען זיינען די שטערן וועלכע געפינען זיך אויף אַ געוויסער ווייטקייט פון

דעם פּאָלאַר־שטערן. אַזעלכע שטערן הייסען, ווי שוין בעמערקט אין פּאָריגען קאַפּיטעל, „סירקומפּאָלערע".

צו אַזעלכע שטערן געהערען דער „קליינער בער", דער „גרויסער בער", אויך די „קאַסיאָפּעיאַ". אין פערשיעדענע צייטען קען מען זעהען דעם „גרויסען בער" ניעדעריגער אָדער העכער אויף דעם הימלישען געוועלב, צו דער רעכטער זייט אָדער צו דער לינקער זייט, אָבער שטענדיג גלענצט ער פאַר אונזערע אויגען אין אונזערע נאָרד־געגענדען.

טאָמער איז דאָס געזאָגטע נאָך ניט גענוג דייטליך פאַר אַ לעזער, זאָל ער אריינשטעכען אַ שפּילקע אין דעם פּאָלאַר־שטערן פון דער צייכנונג 3 אָדער 4 און דרעהען דאָס בלאַט ארום דער שפּילקע אין דער ריכטונג פון דער רעכטער האַנד צו דער לינקער. דאַן וועט ער האָבען פאַרגעשטעלט אַלע פּאָזיציעס פון דעם „גרויסען בער" ווי אויך פון די אַנדערע שטערן ארום דעם פּאָלאַר־שטערן אַלע 24 שטונדען.

צום נייעם יאָהר (לויט דעם קריסטליכען קאַלענדער) גלאַנצט דער „גרויסער בער" ארום 11 אוהר אבענד פונקט אנקעגען אונז רעכטס (אין מזרח־זייט), און דער פּאָלאַר־שטערן גלאַנצט צו דער לינקער זייט פון די „אָנצייגערס". ווען מיר זאָלען אָבער דאַן אַ קוק טאָן אויף דעם הימעל פּאַרטאָג, וועלען מיר שוין זעהען, אַז „דער גרויסער בער" גלאַנצט אין מעריב־זייט און אַז דער פּאָלאַר־שטערן בלייבט אַלץ אין זיין צ ע נ ט ר א ל ־ פּ ו נ ק ט, אויף דער זעלבער ווייטקייט פון די „אָנצייגערס", אָבער שוין צו דער ר ע כ ט ע ר ה אַ נ ד פון זיי. אין זומער־מאָנאַטען זעהט מען דעם „גרויסען בער" צו מעריב־זייט, ווען עס ווערט דונקעל.

ווען איינער זאָל בעטראַכטען דעם „גרויסען בער" ארום 9 אוהר אבענדס אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר, וועט ער איהם זעהען אַזוי: אין אַפּריל און מאַי צום נאָרד פון זעניט (איבער'ן שפּיץ קאָפּ), אין יולי און אָוגוסט צום וועסט, מיט די „אָנצייגערס" ניעדריג אַרונטער; אין אָקטאָבער און נאָוועמבער נאָהענט צום נאָרד פון האָריזאָנט; אין יאַנואַר און פעברואַר צו מזרח־זייט מיט די „אָנצייגערס" הויך אויף דעם האָריזאָנט.

אויף די צייכנונגען 3 און 4 זעהען מיר, ווי שוין אויבען בעמערקט,

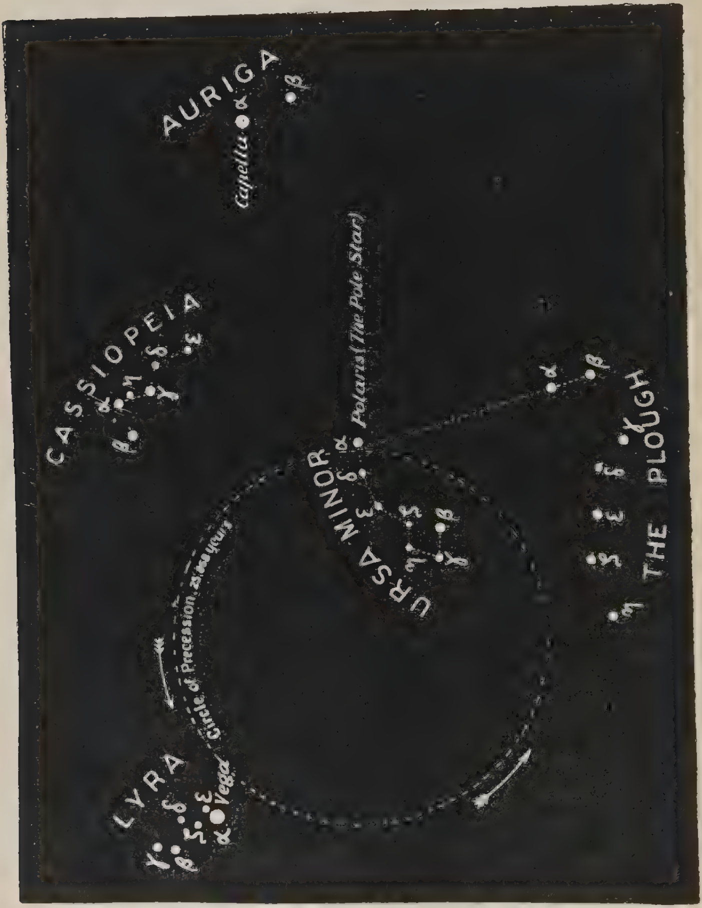
געגענאיבער דעם „גרויסען בער“ די גרופע שטערן אונטער דעם נאָמען „קאַסיאָפעיאַ“. דער נאָמען פון דיזער גרופע אין אַ גריכיש־מיטהאָלאָגישער. מען רופט אויך דיזע שטערן־גרופע „דער שטוהל“ אָדער „די דאַמע אין שטוהל“.

דיזער נאָמען קומט פון דעם, וואָס איהרע 6 העלערע שטערן האָבען עפּעס אַ פאַנטאַסטישע עהנליכקייט צו אַ שטול. די העלסטע 5 שטערן פון דער קאַסיאָפעיאַ זיינען אַזוי אויסגעשטעלט אויף דעם הימעל, אַז זיי האָבען די פאָרמע פון דעם בוכשטאַב W אָדער M. דיזע שטערן זיינען, ווי שוין בעמערקט, „סירקומפּאָלערע“ ווי די שטערן פון „גרויסען בער“. דיזע קאָנסטעלאַציאָן, אַ זעהר בערימטע זינט די עלטסטע שטערנזעהער, איז לייכט צו דערקענען, ווען מען געפינט פריהער אויס דעם „גרויסען בער“. אימער ליעגט די קאַסיאָפעיאַ אויף דער אַנדערער זייט פון פּאָלאַר־שטערן געגענאיבער דעם „גרויסען בער“. די 5 העלסטע שטערן פון דער קאַסיאָפעיאַ געהערען צו דער צווייטער מאַגניטיוד, אַזוי ווי דער פּאָלאַר־שטערן און די 7 פון דעם „גרויסען בער“.

ענדע דעצעמבער אַרום 10 אוהר אבענדס גלאַנצט דיזע „דאַמע אין שטוהל“ הויך אויפ'ן הימלישען געוועלב צו מערב־זייט פון פּאָלאַר־שטערן, (געגענאיבער דעם „גרויסען בער“ אין מזרח־זייט). וואָס מעהר דער „גרויסער בער“ הויבט זיך איבער דעם האָריזאָנט אין זיין קרייז פון מזרח צו מערב, אַלץ מעהר לאָזט זיך אַרונטער די קאַסיאָפעיאַ אין מערב־זייט. ווען מען בעטראַכט דיזע ביידע קענטיגסטע נאָרדליכע סירקומפּאָלערע שטערנגרופּען, וואַרפט זיך בעזאָנדערס אין די אויגען, ווי רעגעלמעסיג זיי דרעהען זיך אַרום דעם פּאָלאַר־שטערן. עס דוכט זיך עפּעס, ווי זיי וואָלטען צוגענעגעלט געוואָרען אויף אַ לאַנגען שטאַנג אָדער אויף די רייפען פון אַ ראַד, וואָס דרעהט זיך.

די אַקס פון אַזאַ פאָרגעשטעלטע ראָד איז דער פּאָלאַר־שטערן. דיזע דרעהענים זייערע איז אַלץ אין דער ריכטונג פון מזרח צו מערב, ווייל די ערד, ווי דאָס איז בעוויזען געוואָרן מיט דער פולסטער וויסענשאַפטליכער זיכערהייט און ווי מיר וועלען ער ערקלערען אין אַ שפּעטערן קאַפּיטעל, דרעהט זי אַלץ אַרום זיך זעלבסט אין אַ פערקערטער ריכטונג, נעמליך: פון מערב צו מזרח.

זאָל דער אָנפאַנגער אין שטערנזעהעריי עפטער קוקען ביי נאַכט אויפ'ן הימעל און בעאָבאַכטען ספּעציעל די פערשידענע פּאָזיציעס



צייכנונג 5. — די געגענזייטיגע פּאָזיציעס פון פינף בעזאָנדערס קענטיגע שטערנגרופּען אַרום דעם פּאָלאַר שטערן.

פון דעם „גרויסען בער" און פון דער „דאַמע אין שטוהל", וועלכע דרע־הען זיך אַזוי ווי אין אַ ראַד אַרום דעם פּאָלאַר־שטערן, נאָר זיי אַליין ענדערן זיך גאָר ניט אין זייער גרופּירונג און אין זייער ווייטקייט איינע פון די אַנדערע, טאַקע עפּעס אַזוי ווי זיי וואָלטען געווען צוגעשמידט צום הימלישען געוועלב און ווי דער גאַנצער הימלישער געוועלב וואָלט זיך גאָר שטענדיג אַרומגעדרעהט. אַזוי האָבען זיך טאַקע די פּאַר־צייטיגע שטערנזעהער און אַסטראָנאָמען פאָרגעשטעלט די מעכאַניקע פון דעם גאַנצען „קאָסמאָס" (אַ גריכישער וואָרט וואָס בעדייטעט: וועלט), ווי דאָס וועט שפּעטער געשילדערט ווערן.

אויף צייכנונג נום. 5 האָבען מיר נאָך צוויי שטערנגרופּען, וועלכע עס איז ניט שווער צו בעמערקען, ווען מען ווייס שוין די פּאָזיציעס פון די אויבען אָנגעוויזענע און בעשריבענע שטערנגרופּען. דיזע 2 גרו־פּען, וועלכע טראָגען אויך מיטהאָלאָגישע נעמען, צייכנען זיך אויס בע־זאָנדערס מיט זייערע העלסטע שטערן, וועלכע געהערען צו דער קליינער צאָהל פון ערשטער קלאַסע אָדער מאַגניטיוד שטערן. דיזע שטערנ־גרופּען זיינען שוין ניט „סירקומפּאָלערע" און דאַרום קען מען זיי ניט זעהען אין אַלע נעכט פון יאָהר. מאַנכע מאָנאַטען פערשווינדען זיי פון אונזער האָריזאָנט, ווי דאָס וועט שפּעטער ערקלערט ווערן.

די שטערנגרופּע צו דער רעכטער זייט פון פּאָלאַר־שטערן טראָגט דעם לאַטיינישען נאָמען „אָריגאַ", וואָס בעדייטעד: „דער וואָגען טרייבער". איהר שענסטער און גלענצענדסטער שטערן הייסט „קאַ־פּעלאַ", (אָנגעוויזען אויך מיט'ן גריכישען בוכשטאַב „אַלפאַ"), פון אַ לאַטיינישען וואָרט וואָס בעדייטעט: „די ציעג". דאָס איז איינער פון די העלסטע שטערן פון דער ערשטער מאַגניטיוד. די „ציעג" קען מען אין דעצעמבער זעהן אין ניו יארק אַרום 12 אוהר ביינאכט אויף דעם זעניט. מען מוז דאַן פערדרייסען דעם קאָפּ אום איהר צו זעהען. זי ליעגט צווישען דעם „גרויסען בער" און די „קאַסיאָפּעיאַ" כמעט אויף דעם זעלבען קרייז פאַר אונזערע אויגען אַרום דעם פּאָלאַר־שטערן. אַזוי ווי קיין אַנדער שטערן פון דער ערשטער מאַגניטיוד געפינט זיך ניט אין דיזען קרייז פון הימעל, קען מען דאַרום לייכט דערקענען די „ציעג". ניט ווייט פון איהר (אונגעפער ווי די ווייטקייט צווישען די „אָנצייגערס פון דעם גרויסען בער") שיינט דער צווייטער העלער שטערן פון דער „אָריגאַ", אַ שטערן פון צווייטע מאַגניטיוד (אויף אונזער

צייכנונג אָנגעוויזען מיט'ן גריכישען בוכשטאַב ,,בעטאַ''). ווען איהר זעהט אין דעצעמבער אַ זעהר העלען שטערן אַרום מיטען נאַכט אויף דעם זעניט גלייך איבער אייער קאָפּ, קענט איהר זיכער זיין, אז דאָס איז די ,,קאַפּעלאַ'' אָדער ,,די ציעג'' פון דער שטערנגרופּע ,,אָריגאַ''. אויך אין יאַנואַר און אין פעברואַר קען מען זעהען די ,,ציעג'' אויף דעם זעניט, אָבער שוין אַלץ פריהער אין אָבענד.

צו דער לינקער זייט פון פּאָלאַר־שטערן אויף דער צייכנונג נומ. 5 ליעגט די שטערנגרופּע, וואָס טראָגט דעם נאָמען ,,ליראַ''. איהר העלסטער שטערן, אַ זעהר פונקעלדיגער שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד, ווערט גערופען מיט'ן אַראַבישען נאָמען ,,וועגאַ" (אָנגעוויזען אויך מיט'ן גריכישען בוכשטאַב ,,אַלפאַ"). אַרום ענדע מאָנאַט דעצעמבער וואַרפט ער זיך אין די אויגען אין מערב־זייט ווייט אַרונטער, ווען עס ווערט אָבענד. די ,,וועגאַ'' ליעגט כמעט אויף דער זעלבער ווייטקייט פון פּאָלאַר־שטערן, ווי די ,,קאַפּעלאַ''. זייערע געגענזייטיגע פּאָזיציעס זיינען אַזעלכע, אַז ווען די ,,ציעג'' בעווייזט זיך אין מזרח־זייט, ליעגט די ,,וועגאַ'' אין מערב־זייט, און פערקערט. אין מיטען זומער גלאַנצט די ,,וועגאַ'' אויף דעם זעניט, אַזוי ווי ,,די ציעג'' אין מיטען ווינטער.

די קאָנסטעלאַציאָנען ,,אָריגאַ'' און ,,ליראַ'' מיט זייערע גלענצענדע גרויזע שטערן ,,קאַפּעלאַ'' און ,,וועגאַ'' קען מען אויך דערקענען אויפ'ן הימלישען געוועלב דורך אַנדערע סמנים, ווי מיר וועלען עס זעהן ווייטער.

אויף דער צייכנונג 5 איז אויך מאַרקירט אַ קרייז מיט שטריכעלעך. דאָס האָט צו טאָן מיט אַ געוויסער בעוועגונג פון דעם נאָרד־פּאָל, וועלכע טראָגט אין אַסטראָנאָמיע דעם נאָמען ,,פּרעצעסיע פון עקוויר נאָקסעס" און וועגען וועלכע עס וועט זיין די רעדע אין דעם קאַפּי־טעל 42. די וויזערס אַרום דיזען קרייז צייגען אָן די ריכטונג פון דער דאַזיגער בעוועגונג.

די גלייכע געפּינטעלטע ליניע דורך ,,אַלפאַ" און ,,בעטאַ" פון ,,גרויסען בער" (אויף ענגליש אויך גערופען ,,פּלאָו", וואָס עס מיינט אַקער) ביז צו ,,אַלפאַ" פון ,,קליינעם בער" איז עס די שוין אונז בע־קאַנטע ריכטונג פון די ,,אָנצייגערס" ביז צום ,,פּאָלאַר שטערן".

קאַפּיטעל 4.

דער מילך־וועג און די שטערנגרופּען ביי זיינע זייטען.

ניט אַלע זייטען פון יאָהר זיינען גלייך גוט פּאַר די בעאָבאַכטונגען פון אַן אָנפאַנגער אין שטערנזעהעריי. די ווינטער־נעכט זיינען דער־ביי פיעל בעסער פּאַר די זומערדיגע, און דאָס ניט נור דעריבער, ווייל זיי זיינען לענגערע, זאָנדערן ווייל גראַדע קומט עס אויס אַז דער מערק־ווירדיגסטע שטערנגרופּען און די מייסטע פון די העלסטע שטערן גלענ־צען דאַן אויף דעם הימלישען געוועלב.

דיזע קאָנסטעלאַציאָנען ליעגען ביי ביידע זייטען פון דעם ווייס־ליכען הימלישען פּאַס, וואָס מען רופט געוועהנליך „מילך־וועג". בלשון מליצה קרוינט מען איהם אויך היינט מיט'ן נאָמען „הימלישער טייך" און „פייערדיגער טייך" („נהר דנור" אויפ'ן תלמודישען לשון). פער־שיעדענע לעגענדען און אַבערגלויבענס זיינען פערבונדען מיט דעם דאָ־זיגען „טייך", וועלכער ציהט זיך ווי א רינג אָדער א רייף אַרום אונ־זער ערד־קוגעל. ביי פערשיעדענע פעלקער, דאַרונטער אויך ביי די אַראַבער און אידען, האָט מען געגלויבט, אַז דאָס איז דער וועג פּאַר די גייסטער און אויסגעלייטערטע נשמות צום גן־עדן און אויך צום געטליכען טראָן.

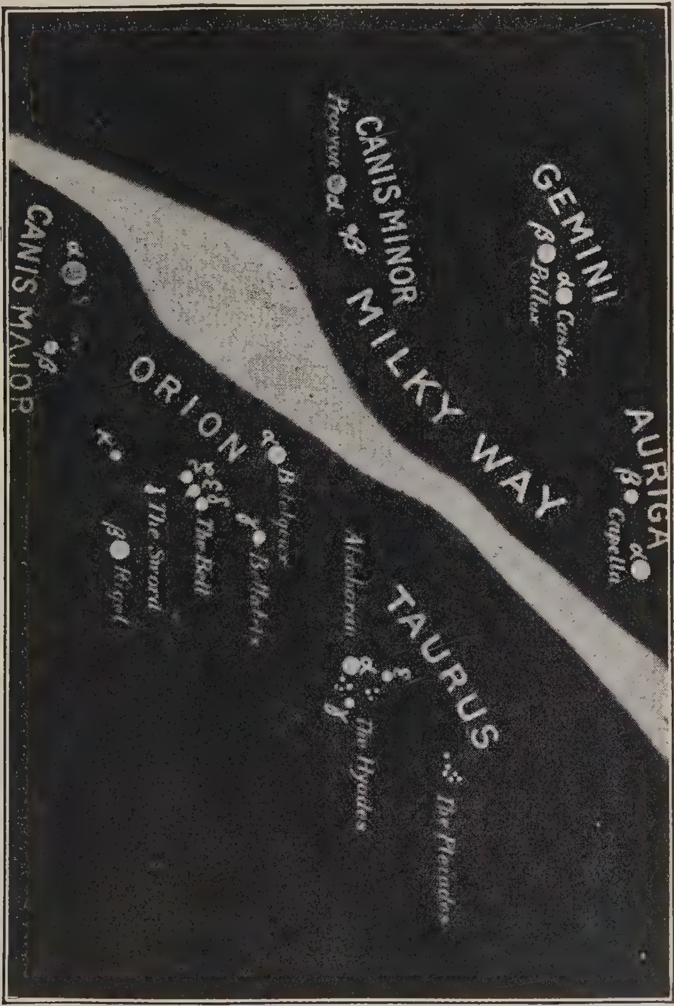
נור אַלע אַזעלכע מעשות און גלויבענס וועלען מיר דאָ לאָזען אַן א זייט. אויך וועלען מיר זיך ניט פערנעמען אין דיזען קאַפּיטעל מיט השערות און פאָרשונגען פון אַסטראָנאָמען און אַנדערע געלעהרטע מכח דעם מילך־וועג. מיר וועלען נור בעמערקען, אַז דאָס איז נאָך אַלץ א זעהר שווערע און אויך דונקעלע אַסטראָנאָמישע פראַגע, און וועלען דערווייליגע זיך בענוצען מיט דעם „הימלישען טייך" פּשוט אַלס א וועגווייזער צו די מערקווירדיגסטע קאָנסטעלאַציאָנען און העלסטע שטערן אויף דעם הימלישען געוועלב. פערבייגעהענדיג ווע־לען מיר איבערגעבען, אַז דער מילך־וועג, וועלכער דוכט זיך אויס אַלס א נעבעלהאַפטע בלאַס־שיינענדע מאַסע, ווען מיר קוקען אויף איהם מיט נאַקעטע אויגען, צייגט זיך אַרויס אַלס א מאַסע פון מיליאָנען בע־זונדערע שטערן, ווען מיר קוקען אויף איהם דורך טעלעסקאָפּען.

אונזער צוועק איז דאָ צו ד ע ר ק ע נ ע ן די שטערן, וועלכע מיר קענען זעהן מיט אונזערע אויגען, פּונקט אַזוי ווי די פּאַרצייטיגע מענ־שען, וועלכע האָבען פון קיינע טעלעסקאָפּען גאָר ניט געוואוסט. לאָ־מיר אויך קוקען אויף דעם מילך־וועג, ווי אונזערע אור־אור־עלטערן־מיר וועלען דאַן בעמערקען, אַז דער מילך־וועג איז ניט איין אַלע ער־טער גלייך אין זיין ברייטקייט און אין זיין ווייסליכען שיין. אין מאַנ־כע ערטער גיסט ער זיך פאַנאַנדער עפּעס ווי אין בעזונדערע שטראָ־מען. ווייטער וועלען מיר בעמערקען, אַז ביי זיינעביידע זייטען איז ער גראָדע בעציערט מיט די העלסטע און שעהנסטע שטערן.

וואָרום דאָס איז אַזוי, ווייסען מיר היינט פּונקט אַזוי וועניג, ווי די פּאַרצייטיגע שטערנזעהערס; אָבער עס איז אַ פאַקט, אַז דער הימ־לישער געוועלב איז ב ע ז אָ נ ד ע ר ס ר י י ך א י ן ש ט ע ר ן אין דער נאָכבאַרשאַפט פון דעם מילך־וועג. עס איז גענוג צו בעטראַכ־טען דעם הימעל אין אַ פינסטערער נאַכט, אום צו איבערצייגען זיך, אַז איינינגע ערטער זיינען בעזאָנדערס פיעל בעזעצט מיט שטערן און אַנ־דערע בעזאָנדערס וועניג. עס זיינען זאָגאַר פאַראַנען אַזעלכע ערטער אויף דעם הימלישען געוועלב, וואָס זיינען אָפּנים ג אָ ר ש ט ע ר נ־ל אָ ז, ווייל מיט די גרעסטע טעלעסקאָפּען האָט מען דאָרטען ניט גע־קענט בעמערקען דעם מינדעסטען שיין פון אַ שטערן.

אַם מייסטען איז דער מילך־וועג בעציערט מיט העלע שטערן אין דעם טהייל פון הימעל, וואָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג נומ. 6. מען קען זאָגען, אַז מיר האָבען דאָ פאַר אונזערע אויגען די מייסטע פון די העלסטע שטערן און אויך די בעריהמטעסטע שטערנ־גרופּען פון די די עלטסטע צייטען אָן. דאָס איז דער פּראַכטפאָלסטער און אינטערעסאַנטסטער טהייל פון הימעל פאַר אַ געוועהנליכען בעאָבאַכ־טער, פאַר דעם יעניגען וואָס אינטערעסירט זיך פיעל־ווינציג מיט דער שטערן־וועלט. דיזע שטערן און שטערנגרופּען איז אַם בעסטען צו בעאָבאַכטען אין מיטען ווינטער. אין זומער־נעכט קען מען זיי שווין ניט זעהן, ווייל זיי פערשווינדען דאַן אין גאַנצען פון אונזער האָריזאָנט, ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען.

לאָמיר צוערשט אויפזוכען דעם מילך־וועג. פאַר דעם אָנפאַנגער איז נויטיג צו בעמערקען, אַז ווען די לבנה איז אין פולען שיין, קען מען קוים בעמערקען דעם מילך־וועג אפילו מיט שאַרפע אויגען. ווייטער



צייכנונג 6. — דער טהייל פון דעם מילך־וועג מיט די קענטיגסטע קאָנסטע־לאַציאָנען און העלסטע שטערן ביי זיינע זייטען.

איז נויטיג צו בעמערקען אין אַלגעמיינעם, אַז וואו די גאַסען און מאַ־גאַזינען זיינען העלל־בעלויכטען מיט עלעקטרישע לאַמפּען, שטערט דיזער שיין ניט נאָר צו בעמערקען דעם מילך־וועג, זאָנדערן אַפילו די קלענערע שטערן.

נאָר די שטערן, וואָס זיינען פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג נומ, 6 לויט זייערע געגענזייטיגע פּאָזיציעס אויפ'ן הימלישען געוועלב, קען מען אויך זעהן אין אַ גרויסער שטאָדט, ווען אַפילו די לבנה איז אין איהר פולען שיין. עס איז גענוג בלויז איין מאָל זיי צו בעטראַכטען, אום זיי צו דערקענען אַפילו דורך אַ לייכטען וואָלקען. צווישען דיזע שטערן געפינט זיך איינער, גענאַנט „סיריוס", וואָס מען קען זעהען אין אייניגע געגענדען פון דעם ערד־קוגעל, ווען דער הימעל איז זעהר קלאָר, ז אָ ג אָ ר ב י י ט אָ ג — אַזוי גלענצענד איז זיין שיין.

אום צו בעטראַכטען דיזע שטערן אין אַ יאַנואַר־אַבענד, דאַרף מען זיך שטעלען מיט'ן פּנים צו דרום און קוקען גלייך אַנטקעגען זיך און אַביסעל צו מזרח־זייט. צו דער רעכטער אָדער מערב־זייט פון דעם מילך־וועג וועט זיך בעזאָנדערס וואַרפען גלייך פאַר די אויגען אין מאָ־נאַט יאַנואַר די גרעסטע, די שעהנסטע און גלענצענדסטע קאָנסטעלאַ־ציאָן פון הימעל. זי טראָגט דעם מיטהאָלאָגישען נאָמען „אָריאָן", נאָך דעם מעכטיגען לעגענדאַרישען גריכישען יעגער, וועמען די געטין דיאַנאַ האָט אומגעוואַנדעלט אין אַ שטערנגרופּע. אין דעם פּסוק פון איוב (ט, ט): „עשה עש כסיל וכימה וחדרי תימן" ווערט „עש" פערטייטשט: „גרויסער בער", „כסיל" — „אָריאָן" און „כימה" — די „פּלעיאַדען".

דעם „אָריאָן" קען אויך אַ אָנפאַנגער אין שטערנזעהעריי לייכט דערקענען. ער ענטהאַלט צוויי שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד און פיער שטערן פון צווייטער מאַגניטיוד און אַ סך קלענערע שטערן, וועלכע מען קען זעהען מיט נאַקעטע אויגען. די גאַנצע גרופּע האָט די פאָרמע פון אַ ניט־גלייכען פיער־עק, אַט אַזוי ווי אויף אונזער צייכנונג. אין מיטען פון דעם פיער־עק שיינען דריי שטערן פון דער צווייטער מאַג־ניטיוד נאָהענט איינער לעבען דעם אַנדערן. מען רופט זיי דער „גאַר־טעל פון אָריאָן". אין מאַנכע לענדער פלעגט מען זיי אויך רופען „די דריי מלכים". אונטער דעם „גאַרטעל" ציהען זיך אין דער לענג עט־ליכע קלענערע שטערן, וועלכע מען רופט „דער שווערד פון אָריאָן".

פון די צוויי שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד אין דיזער קאָנסטעלאַציאָן, וועלכע ליעגען אין די געגענזעצטע ווינקלען פון דעם פיער־עק (ווי מען זאָגט עס אויף דעם געאָמעטרישען לשון: אויף דער דיאַגאָנאַלער ליניע), הייסט דער אויבערשטער „ב ע ט ע ל ג י ו ז" אָדער אַסטראָנאָמיש גערעדט „אַלפאַ פון אָריאָן", און דער אונטערשטער הייסט „ר י ג ע ל" („בעטאַ פון אָריאָן").

מען קען זיי לייכט אונטערשיידען נאָך זייער קאָליר. דער „בעטעלגיוז" גלענצט מיט אַ רויטליכען קאָליר און דער „ריגעל" (פון אַן אַראַבישען וואָרט, וואָס בעדייט פוס), וועלכער איז דער העלסטער שטערן פון דעם גאַנצען אָריאָן, פונקעלט מיט אַ ווייסען קאָליר.

ווי ווייט איך האָב עס געקענט דערגעהן, רופען אידען די שטערנגרופּע אָריאָן „דער ת'", ווייל ווען מען וויל אַביסעל פאַנטאַזירען וועגען איהר פאָרמע, קען מען אויך זאָגען, אַז זי האָט עפּעס אַן עהנליכקייט צו דעם בוכשטאַב „ת'". בעוואוסט איז עס אויך אַז איוב דערמאָנט דעם אָריאָן אין זיין „אַסטראָנאָמיע". עס איז אָנגענומען אַז מיט'ן וואָרט „כסיל" האָט מען דאָן בעצייכענט דעם „מעכטיגען יעגער אָריאָן".

נאָר וואָס פאַר אַ נאָמען דיזע מערקווירדיגסטע פון אַלע שטערנגרופּען האָט ניט געטראָגען אין פערשיעדענע צייטען און לענדער, בלייבט זי אַליץ די זעלבע. מיר קענען איהר אַם בעסטען זעהען אין אַ קלאָרער ווינטער־נאַכט. ארום 9 אוהר אבענדס אין יאַנואַר גלענצט דער „אָריאָן" גלייך אַנטקעגען אונז, ווען מיר קוקען אויף דעם הימלישען געוועלב מיט'ן פּנים צום זיד. אין פעברואַר שיינט ער ארום 8 אוהר אַבענד און אין מערץ אַרום 6 אוהר אַבענדס אין דער זעלבער פּאָזיציע, ווי אין יאַנואַר ארום 10 אוהר אַבענדס. נאָכהער לאָזט ער זיך אַליץ מעהר אַרונטער צום האָריזאָנט, זאָ דאָס אין פריהלינג און אין זומער קען מען איהם ניט זעהן אַבענדס אין אונזערע נאָרדליכע געגענדען. ער געפינט זיך דאָן אין דער נאַכבאַרשאַפט פון דער זון.

קורץ, ווען איהר זעהט צו דער רעכטער האַנד פון מילך־וועג, שטעהענדיג מיט'ן פּנים צום זיד (אין מזרח־זייט, אין מערב־זייט אָדער פונקט אַנטקעגען זיך — דאָס וועט זיין אָפּהענגיג פון דעם מאָנאַט און אויך פון דער שטונדע ביי נאַכט, ווען איהר וועט קוקען אויפ'ן הימעל), אַ שטערנגרופּע אין דער פאָרמע פון אַ ניט־

גלייכע פיער־עק מיט צוויי פון די העלסטע שטערן אין צוויי פון זיינע געגענגעזעצטע ווינקלען און מיט 3 שטערן פון צווייטער מאגניטיוד אין מיטען פון דעם דאזיגען פיער־עק, איינער נאהענט צום אנדערן אביסעלע אין דער קרים, וועלכע מען רופט „אריאן'ס גארטעל", און אונטער דיזע 3 שטערן נאך א שטערן פון צווייטער מאגניטיוד, וואס מען רופט „אריאן'ס שווערד" — דאן קענט איהר זיכער זיין, אז דאס איז קיין אנדער שטערנגרופע, ווי דער אריאן, אזוי ווי אויף דער צייכנונג נומ. 6.

און ווען מען קען שוין לייכט דערקענען דעם אריאן, דאן איז עס, זא צו זאגען, מיט דער האנד צו דערלאנגען צום גלענצענדסטען און פונקעלסטען שטערן אויפ'ן הימעל — דעם „סיריוס". דיעזער שעהנסטער דיאמאנט פון דער שטערן־וועלט געהערט צו א קאנסטעלאציאן, וועלכע טראגט דעם מיטהאלאגישען נאמען „קאניס מאיאר" (דער גרויסער הונד). דאס איז, נאך די גריכישע מיטהאלאגישע בייקעס, דער הונד פון דעם מעכטיגען יעגער אריאן. זיין פאזיציע אויפ'ן הימעל איז ווי אויף אונזער צייכנונג נומ. 6, אלץ צו דער רעכטער זייט פון מילך־וועג, און שטענדיג ל י נ ק ס פון אריאן. פאר דעם סיריוס (דער שטערן, וואס איז בעצייכענט מיט'ן גריכישען בוכשטאב „אלפא" פון קאניס מאיאר אויף אונזער צייכנונג נומ. 6), נעהענטער צום אריאן, גלענצט א שטערן פון צווייטער מאגניטיוד (בעצייכענט מיט'ן גריכישען בוכשטאב „בעטא"), וועלכער ווערט אויך צוגערעכענט צום „גרויסען הונד". די איבעריגע שטערן פון „גרויסען הונד" זיינען שוין קלענערע, וועלכע עס איז גאר ניט אינטערעסאנט צו וויסען פאר אן אנפאנגער.

דער „סיריוס" אדער ווי מען רופט איהם אויך, „הונד שטערן", האט געשפיעלט א בעזאנדערס גרויסע ראלע אין מצרים, ווייל די צייט, ווען ער פלעגט זיך דארטען ווייזען פאר דעם זונענאויפגאנג, איז אויך געווען די צייט פון דער פ ע ר פ ל י י צ ו נ ג פון טייך נילוס. מען האט דארט דארום געבויט א סך גרויסע טעמפלען לכבוד דיזען שטערן, וועלכען מען האט דארט פערגעטערט אונטער דעם נאמען „סאטהיס".

א סך לעגענדען און רעליגיעזע צערעמאניעס זיינען פערבונדען געווארען ניט נאר אין מצרים, זאנדערן אויך ביי פיעלע אנדערע פאר־צייטיגע פעלקער מיט דיזען „הונד־שטערן". דערווארט „קאניקול"

שטאַמט אויך פון דיזען שטערן, ווייל די צייט פון יאָהר, ווען דער „סיריוס" געהט אויף און געהט אונטער צוזאַמען מיט דער זון, פאַלט גראַדע אוים אין די היי סעסטע מאַנאַטען יולי און אוי־גוסט, ווען מען נעמט געוועגליך וואַקאַציעס. דיזע הייסעסטע טעג פון יאָהר האָבען דאַרום געקראָגען דעם נאָמען „קאַניקולען", וואָס עס מיינט „הונד־טעג" (פון דעם לאַטיינישען וואָרט „קאַניס" : הונד).

נאָר לאָמיר ניט פערקריכען אָן א זייט. ווען מיר זאָלען איבער־געבען אפילו א קליינעם טייל פון די לעגענדען, אבערגלויבענס און אויך רעליגיעזע צערעמאָניעס, וועלכע זיינען אין די אַלטע צייטען צוזאַמענגעפלאָכטען געוואָרען מיט דעם „אָריאָן", מיט דעם „גרויסען הונד" און מיט אנדערע שטערנגרופען, וואָלט מען בעדאַרפט אָנשריי־בען א דיקער בוך. (זעה וועגען דעם די ביילאַגע ד.)

לאָמיר יעצט וואַרפען א בליק צו דער רעכטער זייט פון אָריאָן. מיר וועלען דאָן בעמערקען, ווי אויף דער צייכנונג נומ. 6, אַ שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד צווישען א סך קלענערע שטערן. דאָס איז דער גרעסטער שטערן פון דער קאָנסטעלאַציאָן, וועלכע טראָגט דעם לאַטיינישען נאָמען „טאַרוס" (אָקס). דיזע קאָנסטעלאַציאָן ליעגט אויף דער „עקליפּטיק" אָדער אויף דעם הימלישען קרייז, וואָס די זון מאַכט אין איהר שיינבאַרער יעהרליכער בעוועגונג אַרום דער ערד, און זי געהערט צו איינער פון די „12 מזלות", נעמליך צו „מזל שור". דער העלסטער שטערן פון מזל שור טראָגט דעם אַראַבישען נאָמען „אַלדע־באַראַן" („אַלפאַ פון טאַרוס" אויף אונזער צייכנונג). ער גלאַנצט צום נאָרד־וועסט פון דעם שטערן „בעטעלגיוז" אין אָריאָן, אונגעפעהר אויף דער זעלבער ווייטקייט ווי דער שטערן „ריגעל פון אָריאָן" צום זיד־וועסט פון „בעטעלגיוז".

דער „אַלדעבאַראַן" פון מזל שור האָט אונגעפעהר דעם זעלבען רויטען קאָליר ווי דער שטערן „בעטעלגיוז פון אָריאָן", נאָר איז ווע־ניגער העל און פונקעלדיג. מען קען איהם דאַרום דערקענען דורך זיין פּאָזיציע צו דער קאָנסטעלאַציאָן אָריאָן. עס איז אויך ניט שווער איהם צו דערקענען דורך דעם, וואָס ער שיינט צווישען אַ גרופּע פון אַ סך קלענערע שטערן, וועלכע טראָגען דעם גריכישען מיטהאָלאָגישען נאָמען „היאַדען". אויף דעם גאַנצען הימלישען געוועלב איז ניטאָ אַזאַ גרויסער רויטער שטערן, וואָס זאָל זיין אַרומגערינגעלט מיט אַזוי

פיעל קליינע שטערן, ווי דער אַלדעבאַראַן פון מזל שור. דאָס איז, זעלבסטפערשטענדליך, אַ גוטער צייכען איהם צו דערקענען.

ווייטער קען מען איהם אויך דערקענען דורך זיין נאָכבאַרשאַפט מיט דער זעהר בעריהמטער און מערקווירדיגער גרופע שטערן, וועלכע טראָגען דעם גריכישען מיטהאָלאָגישען נאָמען „פּלעיאַדען“. זיי ווערען צוגערעכענט צום מזל שור, וולכער פערנעהמט אַ גרויסען פּלאַץ אויפ'ן הימעל.

צייכנונג 7. — די פּלעיאַדען, ווי מען קען זיי זעהען דורך אַ קליינען טעלעסקאָפּ.

די פּלעיאַדען ווארפען זיך אין די אויגען דורך דעם, וואָס זייערע זיעבען שטערן, וועלכע מען קען בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען, זיינען אזוי נ א ה ע נ ט, אז זיי זעהן אויס ווי א י י ן ג ר ו י ס ע ר ש ט ע ר ן, נאָר מיט אַ מאַטען גלאַנץ. געוועהנליך זעהט מען נאָר 6 שטערן פון די פּלעיאַדען. ווען איינער זעהט מעהר ווי 6 מיט נאַקעטע אויגען, מעג ער זיך בעריהמען, אז ער האָט אַן אויסגעצייכענטע ריאה. מיט א טעלעסקאָפּ זעהט מען, זעלבסטפערשטענדליך, אַ גאַנצע מאַסע שטערן אין דיעזען פּונקט, נאָר מיט אַ געוועהנליכען בינאָקעל אָדער אָפּערא־גלאָז איז עס לייכט איבערצוצעהלען 11 שטערן אין דער גרופּע פון די פּלעיאַדען. אויף דער צייכונג 7 זיינען פארגעשטעלט

די שטערן פון די פלעיאדען, וועלכע מען זעהט דורך א קליינעם טע־לעסקאפ.

אויף דעם גאנצען הימלישען געוועלב איז ניטא אזא, זא צו זאגען, הויפען אדער קופע שטערן, ווי די פלעיאדען. דארום קען אן אנפאנגער אין שטערן־זעהעריי ניט האבען א טעות ווענען זיי. ווען איינער בע־מערקט אויפ'ן הימעל 6 שטערן אזוי נאהענט איינער צום אנדערן, אז זיי שיינען אלע ווי איין גרויסער שטערן, מעג ער זיכער זיין אז דאס זיינען די פלעיאדען, וועלכע האבען געדיענט אלס וועג־ווייזערם פאר די ים־פאהרערם אין די גרוי־אלטע צייטען. (דער נאמען פלעיאדען שטאמט אייגענטליך פון א גריכישעןווארט וואס בעדייטעט: דער זעגעל פון א שיף).

דער אלדעבאראן מיט די היאדען ארום־איהם און מיט די פלעיא־דען צו נארד־וועסט פון איהם (בעטראכט צייכנונג נומ. 6), זיינען די בעמערקבארסטע שטערן פון דער קאנסטעלאציאן טארום אדער מזל שור.

יעצט לאמיר אריבערשפרייזען דעם מילך־וועג. אנטקעגען די פלעיאדען, ארויף צו נארד, וועלען מיר זעהען די העל־שיינענדע „קאפעלא (די ציעג)" פון דער קאנסטעלאציאן אריגא, וועגען וועלכע מיר האבען שוין גערעדט אין פאריגען קאפיטעל. (דער שטערן אלפא, פון אריגא אויף צייכנונג נומ. 6 שטעלט פאר די פאזיציע פון „קא־פעלא" לעבען מילך־וועג געגענאיבער דעם מזל שור). ווען מען גע־פינט די פלעיאדען, וועלכע עס איז לייכט צו דערקענען, ווי דאס איז אויבען בעשריבען, קען מען שוין בעשטימען די פאזיציעס פון דעם „אלדעבאראן" און פון דער „קאפעלא".

ארונטער צום זיד־אסט פון דער „קאפעלא" גלענצען צוויי שטערן פון ערשטער מאגניטיוד, וועלכע געהערען צו דער קאנסטעלאציאן מיט'ן לאטיינישען נאמען „זשעמיני", וואס עס בעדייטעט: צווילינג. דאס איז דער „מזל תאומים". דיעזע קאנסטעלאציאן איז אויך ניט שווער צו דערקענען, ווייל אויף דעם גאנצען הימלישען געוועלב זיי־נען ניטא צוויי שטערן פון ערשטער מאגניטיוד אזוי נ א ה ע נ ט איינער צום אנדערען. דער נאמען „צווילינג" פאסט טאקע פאר זיי. איינער פון זיי הייסט „קאסטאר" און דער אנדערער הייסט „פאלוקס". דיעזע נעמען זיינען פון דער גריכישער מיטהאלאגיע, צוגעפאסט צו א

לעגענדע מכח די צווילינגס־ברידער קאסטאָר און פּאָלוקס, זיהן פון דעם דונער־גאָט יופּיטער.

צום זיד פון דעם צווילינג גלענצט די גרופּע, וואָס טראָגט דעם מיטהאָלאָגישען נאָמען „קאַניס מינאָר (דער קליינער הונד)". זי צייכענט זיך אויס מיט אַ זעהר העלען שטערן פון ערשטער מאַגני־טיוד מיט'ן נאָמען „פּראָסיאָן" (בעדייטעט: „בעפאָר דעם הונד", אויף גריכיש). דער „קליינער הונד" ליעגט געגענאיבער דעם „גרויסען הונד" אַרויף צום נאָרד. דער „פּראָסיאָן" שיינט ווייט ניט אַזוי העל ווי דער „סיריוס", אָבער פיעל העלער פאר זיינע שכנים פון צווי־לינג און פאר דעם „אַלדעבאַראַן" פון מזל שור. אַם לייכטסטען איז צו דערקענען דעם „פּראָסיאָן", ווען מען קוקט צו דער לינקער זייט פון „סיריוס" צום נאָרד.

מיר האָבען דאָ אַזוי אויף אונגעפעהר אַן אכטעל פון הימלישען געוועלב, ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף אונזער צייכנונג, ניט נאָר די בעריהמטעסטע און מערקווירדיגסטע שטערן־גרופּען פון די עלטסטע צייטען אָן, זאָנדערן אויך אין צימליך נאָהענטער נאָכבאַרשאַפט 8 פון די 19 העלסטע שטערן, וואָס מענשען קענען זעהן אַרום דעם גאַנצען ערד־קוגעל. דאָס זיינען נעמליך „סיריוס פון גרויסען הונד" (דער גלענצענדסטער און אויך דער פונקעלנדעסטער פון אַלע, דאַרום קען מען איהם לייכט דערקענען אפילו אָהן שום שטערן־קאַרטען). „פּראָסיאָן פון קליינעם הונד", „ריגעל" און „בעטעלגיוז" פון אָריאָן, „אַלדעבאַראַן" פון טאָרוס אָדער מזל שור, „קאַפּעלאַ" פון אָריגאַ און „קאַסטאָר און פּאָלוקס" פון זשעמיני אָדער מזל תאומים. קיין אַנדער טהייל פון הימעל פון אונגעפעהר די זעלבע גרויס איז ניט בעצירט מיט אַזוי פיעל שטערן פון ערשטער מאַגניטויד.

אָט דיעזען טהייל פון הימעל קען מען אַם בעסטען בעאָבאַכטען, ווי דאָס איז שוין פריהער בעמערקט געוואָרען, אין ווינטער־נעכט. אין זומער־מאָנאַטען זעהט מען ניט אבענדס קיינעם פון דיעזע שטערן אין נאָרד־לענדער. זיי זיינען ניט „סירקומפּאָלערע" שטערן, דאָס הייסט זיי געהערען נים צו אַזעלכע, וואָס זעצען זיך קייז מאָל ניט אַרונטער פון האָריזאָנט, ווי דאָס איז למשל דער פאַל מיט דער קאָנסטעלאַציאָן פון גרויסען בער, וועלכע איז בעשריבען געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל.

זאָל דער לעזער, וועלכער האָט זיך אין קאָפּ אריינגענומען דיעזע בעשרייבונג און וועלכער וויל עפּעס וויסען מכח דער שטערן־וועלט, נעהמען די צייכנונג נומ. 6 אין דער האנד און זיך שטעלען מיט'ן פּנים צום זיד אין אַ פינסטערער שטערנדיגער ווינטער־נאַכט (אין יאַנואר אָדער פערברואַר, אַם בעסטען אַרום 9 אוהר), וועט ער שוין דער־קענען דיעזע 6 שטערן־גרופּען מיט זייערע 8 העלסטע שטערן ביי ב־יי־דע זייטען פון מילך־וועג.

אין יאַנואַר שיינט די „קאַפּעלאַ" אויף דעם זעניט אָדער איבער'ן שפּיץ קאָפּ אַרום 9 אוהר אַבענדס. די פּלעיאַדען וואַרפען דאַן זייער מאַטען שיין ניט ווייט פון דער „קאַפּעלאַ", און מען מוז פערררייסען דעם קאָפּ זיי צו דערזעהן. דער „אָריאָן" גלאַנצט געגענאיבער, (אַלץ ווען מיר שטעהען מיט'ן פּנים צום זיד), דער „סיריוס" פונקעלט מיט אַ בלוויליכען קאָליר צו דער לינקער זייט (צו מזרח). איבער איהם אַרויף פונקעלט דער „פּראָסיאָן" און ווייטער פונקעלט דער צוויי־לינג „קאַסטאָר און פּאָלוקס".

ווען איינער וועט עטליכע מאָל אין ווינטער־אַבענדען אויפמערק־זאַם בעטראַכטען דיעזע שטערן־גרופּען, וועט ער אויך ניט פערפהעלען צו בעמערקען, ווי צוזאַמען מיט'ן גאַנצען מילך־וועג רוקען זיי זיך אוועק אַלץ ווייטער פון מזרח־זייט צו מערב־זייט. דיעזע ענדערונגען פון זייערע פּאָזיציעס אויף דעם הימלישען געוועלב קומען פון דעם, וואָס די ערד בייט איהרע פּאָזיציעס בשעת זי בע־וועגט זיך אין דער צייט פון אַ יאָהר ארום דער זון.

אין מיטען פון אַ בעזאָנדערס העלען טייל פון דעם מילך־וועג גלענצט אַ גרופּע שטערן וואָס האָבען די פאָרמע פון לאַנגליכען קרייץ און וואָס ווערען דערפאַר אויך גערופען דער „נאָרדליכער קרייץ". אויף שטערן־קאַרטען זיינען זיי געוועהנליך פערצייכענט מיט'ן לאַטיינישען נאָמען „סיגנוס", וואָס בעדייטעט: שוואַן. דאָס איז אַ זעהר בע־מערקבאַרע קאָנסטעלאַציען. מען קען איהר לייכט דרעקענען שוין צוליעב דעם אַליין, וואָס זי האָט זיך צושפּרייט גראַדע איבער דעם מילך־וועג. שטעלענדיג זיך מיט'ן פּנים צום נאָרד און וואַרפענדיג דאַן בליקען אויף דעם מילך־וועג צו דער לינקער זייט (דאָס הייסט צו מערב־זייט) פון דעם שוין אונז בעקאַנטען העלען שטערן „וועגאַ" אין דער קאָנסטעלאַציאָן פון דער לירא (זעה צייכנונג 5), וועט מען

באַלד דערקענען די „סיגנוס“ קאָנסטעלאַציאָן דורך איהרע שטערן פון צווייטער מאַגניטויד, וועלכע בילדען אַ מין קרייץ. מען קען זעהן דעם דאָזיגען קרייץ אין די זעלבע נעכט, ווען עס גלאַנצען צו זיין רעכטער זייט די „וועגאַ“ און צו זיין לינקער זייט (אַלץ שטעהענדיג מיט'ן פּנים צום נאָרד) אַן אַנדער שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד מיט'ן אַראַבישען נאָמען „אַלטאַיר“, וואָס ווערט צוגערעכענט צו דער קאָנסטעלאַציאָן, וועלכע איז געקרויט געוואָרען מיט'ן נאָמען „אָדלער“ (איף לאַטייניש : אַקווילאַ). די פּאָזיציע פון דעם רויטליכען שטערן „אַלטאַיר“ קען מען לייכט דערקענען, ווען מען וויים וואו צו געפינען דעם נאָרדליכען קרייץ.

ווען דיעזע בעשריבענע שטערן־גרופּען זעצען זיך אַרונטער אין מערב־זייט, זאָ דאָס מען קען זיי שוין ניט זעהן ביי־נאַכט, בעווייזען זיך אויפ'ן האָריזאָנט אין מזרח־זייט אַנדערע שטערן, וועלכע מיר וועלען בעטראַכטען אין נעקסטען קאַפּיטעל.

קאַפּיטעל 5.

דער זאָדיאַק און זיינע צייכענס.

ווען איינער זאָל געדולדיג און אויפמערקזאַם בעטראַכטען אין פערלויף פון אַ גאַנצען יאָהר אָדער אַפילו פון עטליכע חדשים די שטערן־גרופּען אין מזרח־זייט בשעת די זון קינדיגט אָן דורך די מאָרגענרעטהע איהר אויפגאַנג, וועט ער געווים בעמערקען, אַז זיי בייטען זיך, זאָ צו זאָגען, מיט די פּלעצער אין דער נאַכבאַרשאַפט פון דער זון יעדען מאָנאַט. אָט, למשל, אין מאָנאַט אַפּריל, שיינט דער גרויסער רויטליכער שטערן „אַלדעבאַראַן“ פון מזל שור, וועגען וועלכען מיר האָבען שוין גערעדט אין פאָריגען קאַפּיטעל, אין דעם טהייל פון דעם הימלישען געוועלב, וואו די זון געהט דאַן אויף. אין מאָנאַט מאַי וועט מען שוין אָבער דיעזען שטערן מעהר ניט זעהן אַרום דער צייט פון זונען־אויפגאַנג, נאָר אַן אַנדער שטערן־גרופּע.

ווער עס וועט זיך אָבגעבען מיט אַזעלכע בעאָבאַכטונגען רעגעלמעסיג און זאָרגפעלטיג, דער וועט מאַכען די זעלבע ענטדעקונג, וואָס

מענשען האָבען געמאַכט מיט יאָהר־טויזענדע צוריק. ער וועט דאַן נעמליך אויסגעפינען די שטערנגרופּען, וואָס מיר אידען רופען „מזלות“ און וואָס טראָגען אין דער אַסטראָנאָמיע דעם אַלגעמיינעם נאָמען „זאָדיאַק“ (פון אַ גריכישען וואָרט, וואָס בעדייטעט: חיות).

נאָר אַזוי ווי ניט אַלע האָבען די צייט און די מעגליכקייט און אויך ניט די געדולד און חשק צו מאַכען פּאַרטאָג אַזעלכע בעאָבאַכטונגען, וועלען מיר זיך דאָ בענוגענען מיט דעם, וואָס אַנדערע האָבען שוין, ווער ווייסט ווי לאַנג צוריק, פאַר אונז אויסגעפונען און וואָס עס איז איבערגעגעבען געוואָרען פון איין דור צום אַנדערען ביז אונזערע צייטען.

אין אַ פאָריגען אַרטיקעל איז שוין בעמערקט געווען, אַז פאַרצייטיגע מענשען האָבען זיך פיעל מעהר אינטערעסירט מיט דער שטערן־וועלט ווי מיר היינט, ווען מיר האָבען פאַרטיגע לוחות און קאַלענדאַרען און ווען געלעהרטע אַסטראָנאָמען רעכענען אויס פּינקטליך אַלעס, וואָס מיר דאַרפען וויסען אין אונזער פּראַקטישען לעבען. מיר טראַכטען גאָר ניט וועגען אַזעלכע הימלישע זאַכען און מיר קימערען זיך גאָר ניט, ווי אַ ז ו י אַ ל ו ח ווערט צוזאַמענגעשטעלט און אויסגערעכענט מכח די יאָהרעס־צייטען, דעם אויפגאַנג און אונטערגאַנג פון דער זון יעדען טאָג, ווי אויך פון די פּלאַנעטען (די אַבענד־שטערן און מאָרגען־שטערן), די בעוועגונגען פון דער לבנה יעדען מאָנאַט, א. ז. וו. מיר ווייסען פאָראויס גאַנץ גוט און זיכער, אַז אין אַזעלכע פּרטים זאָגט שוין דער לוח קיין מאָל קיין ליגען ניט, און מיר זיינען דערמיט צופריעדען.

שטעלט זיך אָבער פאָר, אַז אַלע לוחות און זייגערס זיינען פּלוצלונג פערשוואונדען געוואָרען פו דער ערד, אָדער אַז איהר זייט פערוואָרפען געוואָרען אין אַ וויסטענים אָדער אין אַזאַ ווינקעל פון דער ערד, וואו מען האָט גאָר ניט געהערט פון אַזעלכע זאַכען, ווי אַ לוח און אַ כראָנאָמעטער, און איהר ווילט דאָך וויסען מכח די צייט פון יאָהר, די לענג פון טאָג און נאַכט וכדומה — דאַן וועט איהר שוין בעגרייפען, ווי וויכטיג עס איז געווען פאַר די פאַרצייטיגע מענשען וואָס עפּטער גאַנץ אויפמערקזאַם צו בעטראַכטען די בעוועגונגען פון דער זון ביי־טאָג און די בעוועגונגען פון דער לבנה און פון די פּלאַנעטען און שטערן ביי־נאַכט.

די יעגער און פאסטוכער (פיה־פיטערער) האבען עס זעהר נויטהיג בעדארפט וויסען אין זייערע וואנדערונגען, און די אקער־בויער האבען עס בעדארפט וויסען ביי זייערע פערזעאונגען, אום ניט צו פערשפעטיגען מיט דער שניט־צייט. זיי האבען דארום געקוקט אויפ'ן הימעל צו יעדער צייט פון יאהר און געלעגט דערמיט דעם פונדאמענט פון דער אסטראנאמיע.

בעטראכטענדיג די בעוועגונגען פון דער זון, וואס עס איז נאטירליך געווען דאס וויכטיגסטע פאר זיי, האבען אונזערע אור־אור־עלטערען ביסלעכווייז בעשטימט איהר וועג דורך געוויסע שטערן־גרופען אין פערלויף פון א יאהר צייט. אזוי האבען זיי געלערנט צו אונטערשיידען געוויסע קאנסטעלאציאנען און אויך דעם קרייז פון דער זון אויפ'ן הימעל.

דיעזער קרייז טראגט אין דער אסטראנאמיע דעם נאמען „עקליפטיק“ מיר ווייסען יעצט, אז די זון בעוועגט זיך גאר ניט ארום דער ערד, נור פערקעהרט, אז די ערד בעוועגט זיך אין א געוויסען קרייז ארום דער זון; אבער דאס מאכט גאר ניט אויס פאר אונזערע אויגען. דאס וואס מיר רופען יעצט „שיינבארע בעוועגונגען“ פון דער זון, דאס האבען מענשען געהאלטען פאר רעעלע בעוועגונגען פון דער זון נאך גאר ניט לאנג צוריק.

פאר אונזער געוועהנליכער שטערן־זעהעריי קענען מיר יעדענפאלס אננעהמען דאס, וואס מיר זעהען מיט אונזערע פשוט'ע אויגען, און דערווייל לאזען גאר אן א זייט די פראגע וועגען די יעהרליכע בעוועגונגען פון דער ערד ארום דער זון. די פאזיציע פון דער „עקליפטיק“ בלייבט נאטירליך די זעלבע אויף דעם הימלישען געוועלב, אויב מיר וועלען האלטען די בעוועגונגען פון דער זון פאר שיינבארע, ווי די וויסענשאפטליכע אסטראנאמיע בעווייזט עס אונבעשטרייטבאר, אדער פאר רעעלע, ווי די פארצייטיגע מענשען האבען עס געגלויבט און ווי אונזערע אויגען זעהען עס שטענדיג.

ווען מיר זאלען זיך יעצט פארשטעלען א פאס אויף דעם הימעל אונגעפעהר צוויי מאל אזוי די ברייט, ווי דער דיאמעטער (דורכמעסער) פון דער זון, ביי ביידע זייטען פון דער עקליפטיק, וועלען מיר דערמיט אויסצייכענען דאס, וואס מען רופט „זאדיאק“ און וואו עס ליגען אויפ־

געלעגט ווי אַ רייף אָדער ווי אַ רינג די 12 שטערן־גרופּעס אָדער מזלות, וועלכע זיינען פון די עלטסטע צייטען אָן אָנגערופן געוואָרען מייסטעם מיט נעמען פון חיות.

די בעשטימונג פון דער זונען־בעוועגונג אַרום דער עקליפּטיק, —

ציי‌כנונג 8. — די 12 מזלות מיט אַראַבישע אויפשריפטען.

— זאָגט דער גרויסער אַמעריקאַנער אַסטראָנאָם ניוקאָם אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע, — „מעג גערעכענט ווערען אַלס די געבורט פון דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט“. די ביז־היסטאָרישע אַסטראָנאָמען האָבען צוטהיילט די עקליפּטיק און זאָדיאַק אין צוועלף טהיילען, וועלכע זיינען געוועהנליך בעקאַנט אַלס „ציי‌כענס פון

זאָדיאַק". דיעזע צוטהיילונג איז וואהרשיינליך ארויסגערופען גע־וואָרען צוליעב די נוצען פון אַקערבוי און כראָנאָלאָגישע רעכנונגען פון יאָהרען.

מיר האָבען קיינע היסטאָרישע דאָקומענטען מכח די בילדער און צייכענס פון זאָדיאַק. וואָס פאַר אידעען די פערפאַסער פון אַזעלכע צייכענס האָבען דערביי געהאַט, קענען מיר שליסען נור פון זייטיגע

צייכנונג 9. — אַן אַלטער זאָדיאַק פון אינדיען.

אומשטענדען. מען רעכענט, אַז די נעמען פון די מזלות זיינען אַרויס־גערופען געוואָרען דורך די יאָהרעס־צייטען, די אַקערבוי־סעזאָנען, א. ז. וו.

אזוי רעכענט מען, צום ביישפּיעל, אַז די דריי פריהלינגס־צייי־כענס פון זאָדיאַק: דער „באַראַן" אָדער מזל טלה, דער „אָקס" אָדער מזל שור און דער „צווילינג" אָדער מזל תאומים זיינען פערבונדען געוואָרען מיט דער געבורט פון יונגע בהמות אין סטאַדעס.

דער צייכען „קאַנסער“ (ראַק) אָדער מזל סרטן, ווען די זון דער־גרייכט איהר גרעסטע הויכקייט אויף דער נאָרדליכער העלפט פון דער ערד און הויבט אָן איהר וועג צוריק אַרונטער (דאָס איז ענדע יוני, ווען די טעג זיינען די לענגסטע פון יאָהר), זאָל שטאַמען דערפון, וואָס אַ ראַק בעוועגט זיך ריקווערטס.

צייכנונג 9א. — די 12 מזלות קאָפּירט פון אַן אַלטען אידישען לוח.

דער צייכען „לעאָ“ (לייב) אָדער מזל אריה האָט פאַרגעשטעלט די גרעסטע היץ פון זומער (אין מאָנאַט יולי).

דער צייכען „ווירגינים“ אָדער מזל בתולה האָט פאַרגעשטעלט די שניט־צייט. דער צייכען „ליבראַ“ (וואָגשאָל) אָדער מזל מאזנים האָט פאַרגעשטעלט די צייט, ווען טאָג און נאַכט ווערען גלייך אין

הערבסט און באלאנסירען זיך אזוי אויף דער וואג־שאל פון יאהר.

דער צייכען „סקארפיאן" אדער מזל עקרב זאל האבען א פערבינ־דונג מיט דער פערמעהרונג פון גיפטיגע שלאנגען אין אקטאבער.

דער צייכען „סאדזשיטאריוס" (פייל־און־בויגען־שיסער) אדער מזל קשת זאל זיך בעציהען אויף דער גײעג־צייט אין נאוועמבער.

וואס אנבעלאנגט דעם צייכען „קאפריקארן" (באק) אדער מזל גדי, זא גיט מען יעצט נאך א מעהר פאנטאסטישע ערקלערונג וועגען איהם, ווי וועגען דעם צייכען קאנסער.

דער צייכען „אקוואריום" (וואסער־טרעגער) אדער מזל דלי שטעלט פאר די ווינטער־רעגענס און דער צייכען „פיסעס" (פיש) אדער מזל דגים בעצייכענט די צייט פון פיש־פאנגעריי. נאר שליסליך זיי־נען דאס אלץ השערות. דיעזע נעמען פון די מזלות זיינען יעדענפאלס זעהר אלטע, יאהר־טויזענדע פאר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג.

מיר וועלען זיך לענגער ניט אבשטעלען אויף דיעזען זעהר אינ־טערעסאנטען קולטור־געשיכטליכען ענין. פיעלע זעהר גרינדליכע היסטארישע נאכפארשונגען זיינען געמאכט געווארען וועגען דעם אורשפרונג פון די זעהר זאנדערבארע צייכענס פון די 12 מזלות, וועלכע יעדער איד האט געזעהן אדער קען זעהן אין א מחזור. אבער צו גאנץ בעשטימטע שליסע איז מען נאך ניט געקומען ביז יעצט. דיעזע נעמען זיינען יעדענפאלס פאנטאסטישע און האבען גיט די מינדעסטע עהנליכקייט צו די שטערן־גרופען, וועלכע זיי בעצייכענען.

יעדענפאלס, אונז אינטערעסירען דא ניט די צייכענס פון זאָ־דיאק, נאר טאקע די שטערן־גרופען גופא אויף דעם שיינבארען וועג פון דער זון, אום דורך דעם מעהר בעקאנט צו ווערען מיט דער שטערן־וועלט. ווען מיר זאלען בעאבאכטען דיעזע קאנסטעלאציאנען אדער מזלות, איידער די זון געהט אויף, וועלען מיר זיי אין אן אנדערער צייט פון יאהר דערקענען ביי נאכט. דאס גיט אונז, אלזא, א מיטעל צו אונטערשיידען אדער צו גרופירען שטערן אויף דעם הימ־לישען געוועלב.

עס פערשטעהט זיך, אז ווען מען זעהט א שטערן פארטאג אין דער נאכבארשאפט פון דער זון, קען מען איהם שוין ניט זעהן ניט נאר ביי טאג, זאנדערן אויך ביי נאכט, ווייל ער געהט דאן אויף און געהט אונטער צוזאמען מיט דער זון. אבער דאס געדויערט נאר א

ג ע וו י ס ע צ י י ט, געוועהנליך א מאָנאַט. דאָרום האָט מען אויך די צוועלף מזלות גערופען פּאַרצייטען „די הייזער פון דער זון“. מען האָט זיך פאָרגעשטעלט, אַז יעדען מאָנאַט וואַנדערט די זון פון איין אַזאַ „הימלישע הויז“ אין אַן אַנדערע, ביז זי מאַכט דורך אין פערלויף פון אַ גאַנצען יאָהר איהר רייזע אויף דער „עקליפּטיק“ און פאַנגט פון דאָס נייע אָן צו בייטען יעדען מאָנאַט די זעלבע קוואַרטירען.

אַזוי דוכט זיך עס טאַקע אויס, ווען מען בעטראַכט נאָר די שיינבאָרע בעוועגונגען פון דער זון און ווען מען ווייס גאָר ניט וועגען די ווירקליכע בעוועגונגען פון דער ערד אַרום זיך זעלבסט (דיעזע בעוועגונג איז ניט גראָדע פּונקט 24 שטונדען, נאָר יעדעס מאָל מיט 4 מינוטען ו ו ע נ י ג ע ר, ווי יעדער סטודענט פון אַסטראָנאָמיע ווייס עס), אַרום דער זון. אָט גראָדע צוליעב דיעזע בעוועגונגען פון דער ערד בעמערקען מיר עס, ווי די זון ש ט ע ה ט א פּ פון איהרע „הייזער“ אָדער מזלות יעדען מאָנאַט, זאָ דאָס אין אַ געוויסער צייט אַרום קענען מיר שוין זעהן ביי נאַכט די זעלבע קאָנסטעלאַציאָן, וואָס איז פריהער געווען, זאָ צו זאָגען, די קוואַרטיר פון דער זון.

אום דיעזע אַלע מזלות צו קענען זעהן ביי נאַכט, מוז מען מאַכען בעאָבאַכטונגען אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר. דערביי מוז מען זיך אויך בענוצען מיט שטערן־קאַרטען, וועלכע מען קען געפינען אין יעדען האַנד־בוך פון אַסטראָנאָמיע אָדער וועלכע מען קען קויפען פאַר איינינע סענט אין אַ בוך־האַנדלונג פון נאַטור־וויסענשאַפטליכע ווערק. מאַנכע פון די מזלות בעשטעהען פון אַזעלכע שטערן, וועלכע גלאַנצען ניט אַזוי העלל, אַז זיי זאָלען זיך לייכט וואַרפען אין די אויגען. ווער עס איז גוט בעקאַנט מיט דער הימלישער געאָגראַפיע, דער קען זיי לייכט אָנצייגען אויפ'ן הימעל אין אַ שטערנדיגער נאַכט; אָבער דער אָנפאַנגער מוז זעהר אויפמערקזאַם פריהער נאָכקוקען די פּאָזיציעס פון די שטערן אויף אַ קאַרטע און נאָכהער זיי נאָכזוכען אויפ'ן הימלישען געוועלב.

אין יאַנואַר קען מען אַם בעסטען זעהן ביי נאַכט פאָלגענדע שטערן־גרופּען פון זאָדיאַק: מזל שור, מזל תאומים און מזל אריה. אַרום 9 אוהר אָבענדס אין יאַנואַר גלאַנצען אויף דעם זעניט די בע־מערקבאַרסטע שטערן פון מזל שור: דער אַלדעבאַראַן און די פּלעיאַדען, וועלכע זיינען שוין אָנגעצייגט געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל. ווען

איהר וועט דאָן פּעררייסען דעם קאָפּ און קוקען אויפ׳ן הימעל, וועט איהר זיכער דערזעהן אַ גרופּע קליינע שטערן (6 פּאַר אַ געוועהנליכע אויג) איינער לעבען דעם אַנדערען — דאָס זיינען די שוין אונז בע־קאַנטע פּלעיאַדען. עטוואָס ניעדריגער צום זיד וועט איהר דערזעהן אַ העלען רויטען שטערן צווישען אַ סך קליינע שטערן — דאָס זיינען דער „אַלדעבאַראַן" מיט די היאַדען (זעה צייכנונג נומ. 6), נאָכהער פּאָלגט צו מזרח־זייט דער „צווילינג" אָדער מזל תאומים מיט די צוויי גרויסע שטערן „קאַסטאָר און פּאָלוקס", וועלכע וועלען אין מאָנאַט מערץ זיין אַרום 9 אוהר אַבענדס אויפ׳ן זעניט.

אין מאָנאַט יאַנואַר, אַרום 10 אוהר אַבענדס, קען מען בעמערקען ווי עס געהט אויף דער העלסטער שטערן, גענאַנט „רעגולוס", פון מזל אריה. אין אַפּריל מאָנאַט שיינט שוין דיעזער שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד אין מיטען פון הימעל, גלייך איבער׳ן קאָפּ, אַרום 9 אוהר אַבענדס.

אַט אַזוי, ווען מען זאָל בעטראַכטען אין אַ געוויסען אָרט אויף דער ערד וועניגסטענס איין מאָל יעדען מאָנאַט אַרום 9 אוהר אַבענדס די פּאָזיציעס פון שטערן־גרופּען אויפ׳ן זעניט, וועט מען מיט דער הילפע פון אַ שטערן־קאַרטע קענען אונטערשיידען אַלע 12 מזלות און איבערהויפּט קלאָר ווערען אין דער הימלישער געאָגראַפיע.

בלויז 5 פון די 12 מזלות צייכנען זיך אויס מיט שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד. דאָס זיינען, נעמליך: מזל שור מיט׳ן „אַלדע־באַראַן", מזל תאומים מיט „קאַסטאָר און פּאָלוקס", מזל אריה מיט׳ן „רעגולוס", מזל בתולה מיט „ספּיקאַ" (ענגליש אויסגעשפּראָכען: ספּייקאַ, אַ לאַטיינישער וואָרט וואָס בעדייטעט: די קעפּעל מיט די קערנער פון אַ ווייץ־זאַנג) און מזל עקרב מיט׳ן „אַנטאַרעס" (דאָס איז אַ גריכישער לעגענדאַרישער נאָמען).

דיעזע העלע שטערן זיינען גוטע סמנים פאַר דיעזע מזלות. מיט מזל שור און מזל תאומים זיינען מיר שוין בעקאַנט געוואָרען אין פריגען קאַפּיטעל. די אַנדערע איז ניט שווער צו אונטערשיידען, ווען מען ווייס שוין, וואו און ווי אַזוי צו געפינען די שוין בעשריעבענע וויכטיגסטע קאָנסטעלאַציאָנען אויף אונזער נאָרדליכען הימעל.

די 12 מזלות ווערן גערעכענט אין אונזערע צייטען אין פאָלגענדער אָרדנונג, אָנפאַנגענדיג אין פ ר י ה ל י נ ג: מזל ט ל ה (באַראַן),

ש ו ר (אָקס), ת א ו מ י ם (צווילינג), ס ר ט ן (קאַנסער), א ר י ה (לייב), ב ת ו ל ה („ווירגינים“ אויף לאַטיין), מ א ז נ י ם (וואָגשאָל), ע ק ר ב (סקאָרפּיאָן), ק ש ת (שיסער פון פייל־און־בייגען), ג ד י (באָק), ד ל י (וואסער־טרעגער) און ד ג י ם („פּיסעס“ אויף לאַטיין).

די „ספּיקא“ פון מזל בתולה איז אַ זעהר שיינענדער און פונקעלנ־דער שטערן, וואָס מען קען לייכט דערקענען, ווען מען ווייס נור, ווי צו בעשטימען די פּאָזיציע פון אַן אַנדער שטערן פון ערשטער מאַגני־טיוד, וועלכער טראָגט דעם נאָמען „אַרקטורוס“ (פון גריכישע ווערטער „אַרקטאָס“ — בער און „אוראָס“ — וועכטער) און וועלכער פּער־שווינדעט פון אונזער נאָרדליכע האָריזאָנטען נור אַ קורצע צייט פון יאָהר. ער פאָלגט נאָך דעם עק פון „גרויסען בער“ אויף אַ געוויסער ווייטקייט אין אַ זידליכער ריכטונג. דערפון קומט זיין נאָמען און דורך דעם קען מען איהם לייכט דערקענען אויפ'ן הימלישען געוועלב.

צייכנונג 10. — די פּאָזיציע פון אַרקטורוס.

די פּאָזיציע פון „אַרקטורוס“ נאָך דעם „גרויסען בער“ איז, ווי אויף דער צייכנונג נומ. 10. ער ווערט צוגערעכענט צו דער קאָנסטע־לאַציאָן, וועלכע ווערט גערופען מיט דעם גריכישען לעגענדארישען נאָ־מען „באָאָטעס“ (מיינט: דער אָקסען־פיהרער, אַקער־בויער), וועלכע איז זעהר בעמערקבאַר אויף דורך אַנדערע איהרע שטערן, בעזאָנדערס דורך די עטליכע שטערן אין דער פאָרמע פון אַ האַלבען קרייז, וועלכע

ווערן גערופען „נאָרדליכע קרוין“ (אויף לאַטיין: קאָראָנאַ באָרע־אַלים), ווי אויף צייכנונג נומ. 10.

אונגעפעהר אויף אַזאַ ווייטקייט, ווי דער „ארקטורוס“ איז פון דעם לעצטען שטערן אין דעם עק פון „גרויסען בער“, גלאַנצט די „ספיקא“ ארונטער צום זיד פון דעם „ארקטורוס“.

שטעהענדיג מיט'ן פּנים צום דרום, קען מען גוט בעאָבאַכטען ארום 9 אוהר אבענדס, גלייך אנטקעגען זיך, אונגעפעהר אויף דעם הימלישען קרייז, וואו די זון געפינט זיך 12 אוהר ביי טאָג, די 12 מזלות אויף דער נאָרדליכער העלפט פון דעם ערד־קוגעל, אזוי:

אין יאַנואַר — מזל שור מיט די היאַדען, דעם אַלדעאַבראַן און די פּלעיאַדען; אין פעברואַר און אויך אין מערץ — מזל תאומים מיט קאַסטאָר און פּאָלוקס און מזל סרטן; אין אפּריל און אין מאַי — מזל אריה מיט'ן „רעגולוס“; אין יוני — מזל בתולה מיט „ספּיקא“ (און אויך דער „ארקטורוס“ איבער איהר, העכער צום נאָרד); אין יולי און אויגוסט — מזל מאזנים און מזל עקרב מיט'ן „אנטאַרעס“; אין סעפּטעמבער — מזל קשת (לייכט צו דערקענען דורך אַ גרופּע שטערן, ספּעציעל דריי שטערן פון צווייטער מאַגניטיוד, וועלכע פאָלגען נאָך מזל עקרב מיט דעם זעהר קענטיגען „אנטאַרעס“, אַ שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד); אין אָקטאָבער — מזל גדי און מזל דלי; אין נאָוועמבער — מזל דגים און אין דעצעמבער — מזל טלה.

* * *

מיר האָבען דאָ אזוי געלערנט ווי אַזוי צו דערקענען אויף דעם נאָרדליכען הימעל געוועלב די וויכטיגסטע קאָנסטעלאַציאָנען מיט זייערע העלסטע שטערן. מיט די קאָנסטעלאַציאָנען און העלסטע שטערן אויף דעם זידליכען הימעל געוועלב וועלען מיר זיך דאָ ניט פערנעהמען, איינפאַך דערפאַר, ווייל אין אונזערע געגענדען קענען מיר זיי גאָר ניט זעהען. דער גאַנצער הימעל איז צוטהיילט געוואָרען אין אַ געוויסער צאָהל שטערן־גרופּען מיט מעהר אָדער וועניגער פאַנטאַסטישע נעמען. דאָס איז איינגעפיהרט געוואָרען אין גאַנץ אַלטע צייטען און איז פער־בליבען אויך אין אונזערע, טהיילווייז אויס געוואָהנהייט און טהייל־ווייז, ווייל עס איז אזוי לייכטער צו גרופּירען און אונטערשיידען די שטערן.

לויט זייער גלאַנץ אָדער העלקייט זיינען די 19 שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד אויף דעם גאַנצען הימעל געוועלב אויסגעשטעלט געוואָרען פון אַסטראָנאָמען (נאַטירליך נאָך אַ סך פּראָבעס און מעסטונגען מיט געוויסע אינסטרומענטען), ווי פאָלגט:

1.—ס י ר י ו ס, אָדער „אַלפאַ פון גרויסען הונד“.

2.—ק אַ נ אָ פּ ו ס, אָדער „אַלפאַ פון דער שיף“ (דאָס איז אַ קאָנסטעלאַציאָן אויף דעם זידליכען הימעל געוועלב).

3.—„אַלפאַ פון סענטאַרוס“ (דאָס איז ווידער אַ קאָנסטעלאַציאָן אויף דעם זידליכען הימעל געוועלב; דער נאָמען קומט פון דער לעגענדאַרישער גריכישער חיה ס ע נ ט אָ ר מיט אַ קאָפּ, הענד און אַ האַלבען קערפּער פון אַ מענש אויף פערדישע פיס).

4.—אַ ר ק ט ו ר ו ס, אָדער „אַלפאַ פון באָאָטעס“.

5.—ו ו ע ג אַ, אָדער „אַלפאַ פון דער ליראַ“.

6.—ר י ג ע ל, אָדער „בעטאַ פון אָריאָן“.

7.—ק אַ פּ ע ל אַ, אָדער „אַלפאַ פון אָריגאַ“.

8.—פּ ר אָ ס י אָ ן, אָדער „אַלפאַ פון קליינעם הונד“.

9.—ב ע ט ע ל ג י ו ז, אָדער „אַלפאַ פון אָריאָן“.

10.—„בעטאַ פון סענטאַרוס“.

11. אַ כ ע ר נ אַ ר, אָדער „אַלפאַ פון ערידאַנוס“ (דאָס איז אַ קאָנסטעלאַציאָן אויף דעם זידליכען הימעל געוועלב; דער נאָמען „ערידאַנוס“ איז נאָך אַ לעגענדאַרישען גריכישען טייך, און דער נאָמען „אכערנאַר“ אין אַן אַרבישער).

12.—אַ ל ד ע ב אַ ר אַ ן, אָדער „אַלפאַ פון טאַרוס (מזל שור)“.

13.—אַ נ ט אַ ר ע ס, אָדער „אַלפאַ פון סקאָרפּיאָן (מזל עקרב)“.

14.—„אַלפאַ פון זידליכען קרייץ“ (דאָס איז די מערקווירדיגסטע קאָנסטעלאַציאָן, וואָס מען זעהט, ווען מען געפינט זיך אויף דער זידליכער העלפט פון ערד־קוגעל).

15.—אַ ל ט אַ י ר, אָדער „אַלפאַ פון אַקווילאַ (אָדלער)“.

16.—ס פּ י ק אַ, אָדער „אַלפאַ פון ווירגינים (מזל בתולה)“.

17.—פ אָ מ אַ ל ה אַ ו ט, אָדער „אַלפאַ פון זידליכען פיש“ (דאָס איז אַ קאָנסטעלאַציאָן אויף דעם זידליכען הימעל געוועלב; באַדייטעט: "מזל פון אַ גרויסע פיש").

18.—„בעטא פון זידליכען קרייץ".
19.—ר ע ג ו ל ו ס, אָדער „אַלפאַ פון לעאָ (מזל אריה)".
מאַנכע פון די שטערן פון דער צווייטער מאַגניטיוד טראָגען אויך בעזונדערע נעמען, מייסטענס אראַבישע, אָבער מיר קענען זיך ניט אריינלאָזען אין אַזעלכע איינצעלהייטען. עס וועט גאַנץ גענוג זיין, ווען דער לעזער וועט געדענקען עטליכע פון די איבערגעגעבענע נעמען און וועט קענען אָנצייגען די וויכטיגסטע פון די קאָנסטעלאַציאָנען אין אונזערע נאָרדליכע געגענדען.

מיר ווילען זיך דאָ מעהר ניט פערנעהמען מיט שטערן־זעהעריי און ווילען איבערגעבען אין די נעקסטע קאַפּיטלען, וואָס אסטראָנאָמען זיינען דערגאַנגען וועגען די גרויסקייט, ווייטקייט, געבוי און א י י ג ע נ ע בעוועגונגען פון די שטערן, וועלכע מען רופט פ י ק ס ע, וויילַ זייערע געגנעזייטיגע פּאָזיציעס שיינען צו בלייבען אונפערענדערט.

קאַפּיטעל 6.

וואַריאַבלע און נייע שטערן.

גלענצען טאַקע די שטערן אזוי, ווי מיר זעהען זיי פון אונזער אָבסערוואַטאָריע אויף דער ערד? קומען גאָר קיינע ענדערונגען ניט פאָר אין זייער שיין? טרעפט עס גאָר ניט, אז עס זאָלען זיך פּלוצלונג בעווייזען נייע שטערן, אָדער אַז אַלטע זאָלען אין גאַנצען פערשווינדען?

מיר ווילען דאָ אין קורצען איבערגעבען, וואָס די אַסטראָנאָמיע ענטפערט אויף דיעזע פראַגען.

וועגען די גרעסטע צאָהל שטערן בלייבט צו זאָגען, אַז ביז יעצט האָט מען גאָר ניט געקענט בעמערקען אַפילו מיט די גרעסטע טעלעסקאָפּען און מיט די בעסטע פאָטאָמעטרישע אינסטרומענטען (צו מעסטען די ה ע ל ק י י ט פון לייכטענדע זאַכען) אירגענד וועלכע ענדערונג אין זייער גלאַנץ און קאָליר. עס זיינען אָבער פאַראַן א פּאָר אַזעלכע, וואָס די ענדערונגען פון זייער גלאַנץ קען מען בעמערקען אַפילו מיט נאַקעטע אויגען.

מיט דער הילפע פון טלעסקאָפּען און אַנדערע אינסטרומענטען האָבען אַסטראָנאָמען שוין אויסגעפונען וועניגסטענס אַ ה ו נ ד ע ר ט

ש ט ע ר ן, וואָס שיינען ניט אַלע מאָל גלייך און וואָס טראָגען דאָרום דעם נאָמען „וואַריאַבלע שטערן“.

צווישען אַזעלכע געפינט זיך איינער, וועלכער טראָגט טאַקע דעם נאָמען „דער וואונדערבאַרער“. אין דער אַסטראָנאָמיע רופט מען איהם „מירא סעטי“, דאָס מיינט: דער וואונדער פון דער שטערן־גרופּע, וועלכע טראָגט דעם נאָמען „סעטוס“ (אַ גריכיש וואָרט וואָס בעדייטעט: וואַלפיש). דעם דאָזיגען וואונדערבאַרען שטערן קען מען זעהן מיט נאַקעטע אויגען, נאַטירליך ווען מען ווייס, וואו איהם צו זוכען אויף דעם הימלישען געוועלב. דיעזע קאָנסטעלאַציאָן ענטהאַלט גראָדע ניט אַזעלכע העל־שיינענדע שטערן, אַז דער אָנפאַנגער זאָל איהר קענען דערקענען אַזוי לייכט, ווי למשל דעם „גרויסען בער“, דעם „אָריאָן“, דעם „גרויסען הונד“, דעם מזל שור, דעם מזל תאומים און עטליכע אַנדערע וואָס זייערע פּאָזיציעס זיינען שוין בעשריעבען געוואָרען אין די פריגע קאַפּיטלעך. ווען איינער זאָל זיך פערזאָרגען מיט אַ גוטער שטערן־קאַרטע און מיט אַ גוטער פעלד־גלאָז און דערצו זיך בעוואָפענען מיט געדולד און בעאָבאַכטען וואָס עפטער דעם הימעל ביינאַכט, וועט ער אויך דערקענען דעם בעריהמטען „מירא סעטי“. יעדענפאַלס, ווער עס האָט נור אַמאָל בעטראַכט דעם דאָזיגען שטערן, וועט צוגעבען, אַז ער פערדיענט כשר דעם נאָמען „וואונדערבאַרער“.

אין פערלויף פון 331 טעג מאַכט „מירא סעטי“ דורך פיעלע זעהר ערשטוינענדע וואַריאַציאָנען אָדער ענדערונגען. 15 טעג גלאַנצט ער, ווי אַ שטערן פון „גרויסען בער“. דאַן קען מען איהם לייכט זעהן מיט נאַקעטע אויגען. נאָכהער ווערט זיין גלאַנץ אַלץ קלענער, ביז עס ווערט אונמעגליך צו בעמערקען איהם מיט נאַקעטע אויגען. ער פערשווינדט פון אונזערע אויגען 5 מאָנאַט נאָכאַנאַנד. נאָכהער הויבט ער ווידער אָן צו בעווייזען זיך, און זיין גלאַנץ ווערט אַלץ גרעסער אין פערלויף פון 3 מאָנאַט, ביז ער ווערט אַ שטערן פון צווייטער מאַגניטיוד אָדער גרויסקייט. אָט אַזוי ענדערט זיך זיין שיין כסדר אין אַ פעריאָד פון 331 טעג. דערביי ענדערט זיך אויך זיין קאָליר. ווען ער דערגרייכט זיין העכסטען גלאַנץ, איז זיין קאָליר אַ געלער, נאָכהער קריגט ער אַ רויטען קאָליר.

די אורזאַכען פון אַזעלכע ווירקליך וואונדערבאַרע וואַריאַציאָנען בלייבען נאָך אַלץ אַ געהיימניס פאַר אונז. עס פערשטעהט זיך, אַז

אַסטראָנאָמען האָבען געזוכט צו געבען וויסענשאַפטליכע ערקלעהרונ־
גען וועגען דעם; אָבער אזוי ווי דאָס זיינען שליסליך אלץ השערות,
וועלען מיר דאָ וועגען דעם גאָר ניט ריידען.

שיין אונגעפעהר 300 הונדערט יאָהר, ווי מען האָט בעמערקט די
ענדערונגען פון „מירא סעטי" און ווי מען פאָרשט זיי מיט דעם גרעס־
טען אינטערעס אין אָבסערוואַטאָריעס.

דערפאר האָט מען שוין געפונען אַ פּאָזיטיווע ערקלערונג וועגען
אַ צווייטען זעהר מערקווירדיגען וואַריאַבלען שטערן, וועלכען מען
קען אויך בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען. דאָס איז דער בעריהמ־
טער שטערן „אַלגאָל" (פון אַן אַראַבישען וואָרט, וואָס מיינט צו־
שטערונג). מען רופט איהם אויך דער „טייפעל־שטערן". ער ווערט צו־
גערעכענט צו דער שטערן־גרופּע וועלכע טראָגט דעם נאָמען פון דעם
גריכישען לעגענדארישען העלד „פּערסעאוס" און וועלכע גלאַנצט
אין דער נאַכבארשאַפט פון די שוין אונז בעקאַנטע קאָנסטעלאַציאָנען
„קאַסיאָפּעריאַ", „אָריגאַ" און די „פּלעיאַדען". געוועהנליך שיינט דער
„אַלגאָל" ווי אַ שטערן פון דער צווייטער מאַגניטיוד. נאָר אַ פּאָר
שטונדען אין פערלויף פון עטוואָס ווענינער פון דריי מעת־לעת ווערט
ער ד ו נ ק ע ל ע ר און שיינט בלויז ווי אַ שטערן פון פיערטער
מאַגניטיוד.

די צייכנונג 11 צייגט די פּאָזיציע פון דיזען „טייפעל־שטערן" אין
דער קאָנסטעלאַציאָן „פּערסעאוס".

אָט אזוי געהט עס כסדר מיט דעם גלאַנץ פון „אַלגאָל": 2 טעג
און 13 שטונדען שיינט ער ווי אַ שטערן פון צווייטער מאַגניטיוד,
און צוויי שטונדען מיט 30 מינוט נאָכהער שיינט ער שוין ווי אַ שטערן
פון פערטער מאַגניטיוד. זיין שוואַכסטער גלאַנץ דויערט אַ 5 מינוט.
נאָכהער דויערט עס דריי שטונדען מיט 30 מינוט ביז ער קומט ווידער,
זאָ צו זאָגען, צו זיך, צו זיין געוועהנליכען גלאַנץ.

אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען נאָכגעפאָרשט דיזע זעהר שנעלע
און אונגעוועהנליכע ענדערונגען אין דעם שיין פון דיזען „טייפעל־
שטערן" — און עס איז אַ יאָהר 200 זייט מען פאָרשט זיינע ענדערונ־
גען — זיינען געקומען צום שלום, אַז די אורזאַכע דערפון זאָל זיין,
וואָס אַ זעהר גרויסער ד ו נ ק ע ל ע ר ק ע ר פּ ע ר, נעמליך אַ
ריזיגע פּלאַנעטע וואַנדערט אַ ר ו ם א י ה ם רעגעלמעסיג יעדע 4

און א האלב טעג און פערשטעלט אזוי זיין שיין. נאך גענויערע און פינקטליכערע נאכפארשונגען האט מען אבער אויסגעפונען אזעלכע אונרעגעלמעסיגקייטען אין דיעזע וואראציאנען, אז מען איז שוין אין צווייפעל, אויב דאס אלעס קומט ווירקליך דערפון, וואס א גרויסער דונקעלער קערפער דרעהט זיך ארום דעם „אלגאל“.

די אנדערע וואריבאלע שטערן קען מען שוין ניט זעהן מיט נאקעטע אויגען. מיר וועלען דארום איבערלאזען זיי צו די אסטראנאמען, וועלכע זיינען בעוואפענט מיט טעלעסקאפען. די פעריאדען אין די ענדערונגען פון אזעלכע שטערן, וועלכע זיינען שוין יעצט ענטדעקט געווארען, זיינען זעהר פערשיעדענע: פון עטליכע טעג ביז עטליכע יאהר. אויך איז זעהר פערשיעדען די ארט און וויזע פון די ענדערונגען אין זייער שיין. דאס ווייזט ווידער, אז די פערשיעדענהייטען אין דער שטערן־וועלט זיינען טאקע, ווי דער פראנצויזישער אסטראנאם קאמיל פלאמאריאן דריקט זיך אויס, אזוי אונענדליך ווי די וועלט זעלבסט.

צייכנונג 11.—די פאזיציע פון אלגאל און פון די פלעיאדען.

וואס אנבעלאנגט צו גאר נייע שטערן (נאטירליך, נייע פאר אונזערע אויגען), זא זיינען זיי אזא זעלטענהייט, אז זייט די אסטראנאמישע וויסענשאפט עקזיסטירט, האט מען נאר געקענט פערצייכנען א גאנץ קליינע צאהל אזעלכע. מיר וועלען אבער גלייך צוזעצען, אז די נייע שטערן, וואס וועגען זייער פלעצליכע ערשיינונג אויפ'ן הימעל עקזיסטירט קיין צווייפעל ניט, זיינען שליסליך אלע ווידער פ ע ר ש וו א ו נ ד ע ן געווארען, און טאקע גאנץ שנעל.

פאַרלויפיג ווייס מען פון 28 שטערן, וועלכע זיינען אין פערלויף פון די לעצטע צוויי טויזענד יאָהר פּלוצלונג ערשיענען, האָבען גע־גלאַנצט אַ געוויסע צייט, און מאַנכע פון זיי אַזוי העלל, אַז מען האָט זיי געקענט זעהן מיט נאַקעטע אויגען, נור וועלכע זיינען פערשוואונדען, דאָס הייסט: געבליבען אונזעהבאַר פאַר אונז אויף דער ערד.

דער מערקווירדיגסטער פון אַזעלכע נייע שכנים אויף דעם הימ־לישען געוועלב האָט זיך בעוויזען אין 1572, מיט 40 יאָהר פאַר דער ערפינדונג פון טעלעסקאָפּ. ער איז צוערשט געזעהן געוואָרען אין דער נאַכט פון דעם 11טען נאָוועמבער פון יענעם יאָהר צווישען די שטערן פון דער שוין אונז בעקאַנטער קאָנסטעלאַציאָן „קאַסיאָפּעריא“, פון דעם בעריהמטען דענישען אַסטראָנאָם ט י כ אָ ד ע ב ר א ה ע, וועלכער האָט איבערגעלאַזען אַן אויספיהרליכע בעשרייבונג פון זיינע בעאָבאַכ־טונגען. דיעזער געהיימניספאָלער שטערן איז שנעל געשטיעגען אין גלאַנץ, האָט זאָגאַר געשיינט אַזוי העל, ווי די פּלאַנעט „ווענוס“, מיט וועלכער מיר וועלען זיך שפּעטער בעקענען. מיט שאַרפע אויגען האָט מען איהם געקענט בעמערקען א ו י ך ב י י ט אָ ג. דעם נעקסטען מאָנאַט איז אָבער זיין גלאַנץ געוואָרען אַלץ קלענער און קלע־נער ביז דעם פאָלגענדען מאַי, ווען ער איז אין גאַנצען פערשוואונדען געוואָרען.

אין 1604 האָט געטראָפען אַן עהנליכער פאַל אין דער שטערן־גרופּע, וועלכע טראָגט דעם גריכישען נאָמען „אָפיאָכוס“ (פון אַ גריכי־שען וואָרט וואָס בעדייטעט: שלאַנג). אין אָקטאָבער פון יענעם יאָהר האָט מען ערשט בעמערקט דיעזען נייען שטערן, ווען ער האָט אָנגעפאַנגען צו גלאַנצען, ווי אַ שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד. דעם נעקסטען ווינטער איז זיין גלאַנץ אַלץ שוואַכער געוואָרען, אָבער מען האָט איהם נאָך געקענט זעהן אין פערלויף פון יאָהר 1605. אין אָנ־פאַנג פון 1606 האָט ער זיך אין גאַנצען געזעגענט מיט מענשליכע אויגען. זייט דאַן בעווייזט ער זיך ניט מעהר. ק ע פּ ל ע ר, אַ גע־ניאַלער מאַטעמאַטיקער, איינער פון די פאָטערס פון דער וויסענ־שאַפטליכער אַסטראָנאָמיע, האָט זאָרגפעלטיג בעאָבאַכטעט דיעזע וואונדערבאַרע ערשיינונג און האָט פערשריעבען די קורצע געשיכטע פון דיעזען נייען שטערן.

אין 1670 האָט מען בעאָבאַכטעט אַ שטערן, וועלכער האָט זיך אויסגעצייכענט דערמיט, וואָס ער האָט זיך עטליכע מאָל, זאָ צו זאָגען, פאַנאַנדערגעפלאַקערט און איז אויסגעלאָשען געוואָרען. איידער ער האָט זיך מישב געווען גאָר אין גאַנצען זיך אָבצוטראָגען פון אונזערע בליקען. דערווייל האָט ער זיך נאָך ניט צוריקגעקעהרט.

אין אונזערע צייטען איז דער מערקווירדיגסטער פון אזעלכע נייע שטערן געווים געווען דער דאָזיגער, וואָס האָט זיך פּלוצלונג אָנגעצ״נדען אין 1866 אין דער שוין אונז בעקאַנטער שטערן־גרופּע „קאָראָנאַ באָרעאַלים (די נאָרדליכע קרוין)". דעם 11טען און 12טען מאַי אין יענעם יאָהר האָבען איהם דערזעהען ניט ווייניגער, ווי 5 אַסטראָנאָמען אין אייראָפּאַ און אין אַמעריקאַ. אויב ער האָט גראָדע דאַמאָלס דאָרטען זיך בעוויזען, אָדער ער האָט שוין מיט אַ קורצע צייט פריהער אָנגעפאַנגען צו שיינען, נאָר מען האָט איהם בעמערקט, ווי דאָס איז געוועהנליך דער פאַל, בשעת ער האָט דערגרייכט זיין גרעסטען גלאַנץ —דאָס ווייס מען ניט בעשטימט. נאָר וועגען דער עקזיסטענץ פון אזאַ מערקווירדיגען גאַסט האָט קיין צווייפעל ניט געקענט זיין, ווייל ער איז ענטדעקט געוואָרען אונאָבהענגיגג פון עטליכע בעאָבאַכטער אין פערשיעדענע אָבסערוואַטאָריעס און איז נאָכהער געזעהן געוואָרען פון אַ סך אַנדערע בעוואוסטע אַסטראָנאָמען.

אין 1876 האָט מען ווידער בעמערקט אַ נייעם שטערן אין דער שוין אונזער בעקאַנטער שטערן־גרופּע „סיגנוס (שוואַן)"; אָבער ער איז פערשוואונדען געוואָרען אַזוי שנעל, אַז מען האָט איהם ניט געקענט גענוי בעטראַכטען.

וואָס עס רופט אַרוים אַזעלכע פּלעצליכע ערשיינונגען, ווייס מען נאָך גאָר ניט. די מיינונג פון מאַנכע אַסטראָנאָמען, אַז דאָס זאָלען זיין נייע געשאַפענע וועלטען, ווערט פערוואָרפען שוין צוליעב דעם אַליין, וואָס זיי דויערען אַזאַ קורצע צייט. דאָס שטימט גאָר ניט מיט דער שטענדיגקייט, מען מעג זאָגען, עוויגקייט פון אַלע פיקסע־שטערן. מען רעכענט דאַרום יעצט, אַז אַזעלכע נייע שטערן זיינען אויך ניט מעהר, ווי וואַריאַבלע שטערן, נאָר די פּעריאָדען פון זייער אויפגלאַנצען זיינען זעהר לאַנגע. מיט דער צייט, ווען מען וועט קענען אויספאָרשען מעהר אַזעלכע שטערן

און וואונדערבארע ערשיינונגען אויפ'ן הימעל, וועט מען אפשר אויך קענען דערגעהן זייערע אורזאכען.

דערווייל האָבען אַסטראָנאָמען אויך געהאט א געלעגענהייט צו בעאָבאַכטען אַז ערשיינונג, וועלכע פיהרט צום שלום, אַז עס איז ניטאָ קיין בעזאָנדערס גרויסער אונטערשיעד צווישען אַ זאָגענאַנטען גייען שטערן און אַ וואַריאַבלען שטערן. אַזאַ ערשיינונג איז נעמליך פאָרגעקומען מיט אַ געוויסען שטערן אויף דעם זידליכען הימעל אין אַ קאָנסטעלאַציאָן, וועלכע טראָגט דעם נאָמען „ארגוס" (אין אונזערע נאָרדליכע געגענדען קען מען דיעזע שטערן־גרופּע ניט זעהן).

די בעאָבאַכטונגען מכח דיעזען אויסעראָרדענטליכען שטערן זיינען געמאַכט געוואָרען פון בעריהמטע אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען בעזוכט די זידליכע לענדער. דער בעריהמטער ענגלישער אַסטראָנאָם ה א ל ל י, דער ענטדעקער פון דער קאָמעטע, וועלכע טראָגט זיין נאָמען און וועלכע מיר האָבען געהאט דעם מזל צו זעהן אין זומער פון 1910 (זי בעווייזט זיך פאַר אונזערע אויגען אונגעפעהר יעדע 75 יאָהר, ווי דאָס וועט איבערגעגעבען ווערען אין אַ שפּעטערדיגען קאַפּיטעל), האָט אין 1677 בעזוכט דעם אינזעל סענט העלענאַ (דער זעלבער, וואו נאַפּאָלעאָן דער ערשטער איז געשטאָרבען אַלס אַ געפאַנגענער פון ענגלאַנד), האָט בעשטימט, אַז דער דאָזיגער שטערן פון „ארגוס" געהערט צו דער פערטער מאַגניטיוד. אין 1751 האָט דער פראַנצויזי־שער אַסטראָנאָם ל א ס א ל אויסגעפונען, אַז דער גלאַנץ פון דעם זעלבען שטערן איז פיעל גרעסער געוואָרען און האָט דערגרייכט ביז צו דער צ ו ו י י ט ע ר מאַגניטיוד. נאָך שפּעטער, צווישען 1828 און 1838, האָט דער זעלבער שטערן שוין געקראָגען דעם גלאַנץ פון אַ שטערן פון דער ע ר ש ט ע ר מאַגניטיוד.

די וואַריאַציאָנען פון דיעזען וואונדער־שטערן זיינען בעזאָנדערס גענוי בעאָבאַכטעט געוואָרען פון דעם וועלט־בעריהמטען אַסטראָנאָם סער דזשאָהן הערשעל אין זיד אפריקאַ.

„דעם זעכצענטען דעצעמבער, — שרייבט ער, — האָב איך זיך געקליבען צו מאַכען פאָטאָמעטרישע פערגלייכונגען, ווען מיין ערשטוי־נען איז ערוועקט געוואָרען דורך די ערשיינונג פון אַ נייעם קאַנדידאַט צווישען די העלסטע שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד אין דעם טהייל פון הימעל, וואָס איז מיר זעהר בעקאַנט געוועזן. איך בין געוועזן זיכער,

אז פריהער האָב איך דאָרטען אזא העל־שיינענדען שטערן ניט געזעהן".

נאָכהער אָבער, ווען ער האָט גענומען נאָכזוכען די שטערן־קאַרטען און בעשטימען גענוי די פּאָזיציעס פון די שטערן אַרום, האָט ער זיך איבערציינט, אז דאָס איז געוועזן דער זעלבער אַלט־בעקאַנטער שטערן פון „ארגוס".

ביז דעם צווייטען יאַנואַר 1838 איז דער גלאַנץ פון דיעזען שטערן אַלץ געשטיעגען, נאָר אין די נעקסטע מאָנאַטען האָט ער שוין געשיינט ניט העלער, ווי דער „אַלדעבאַראַן" פון מזל שור. אין 1842 און 1843 האָט ער אָבער אויפגעגלאַנצט מעהר ווי פריהער. אין מערץ פון 1843 איז ער געוועזן דער העלסטער שטערן נאָך דעם גלענצענדען „סיריוס פון גרויסען הונד". די פאָלגענדע 25 יאָהר איז זיין גלאַנץ ביסלעכוויז אַלץ קלענער געוואָרען. אין 1867 האָט מען איהם שוין קוים געקענט דערזעהן מיט'ן נאַקעטען אויג, און אין נעקסטען יאָהר האָט ער זיך בעוויזען בלויז אין טעלעסקאָפּען.

אזוי בלייבט ער אויך אַלס טעלעסקאָפּישער שטערן היינט צו טאָג. וועט ער אַמאָל ווידער אזוי אויפגלענצען ווי בעת הערשעל האָט איהם בעוואונדערט? וועט ער פון דאָס ניי דורכמאַכען די זעלבע וואַריאַציאָנען, וועלכע אַסטראָנאָמען האָבען נאָכגעפאָרשט אין פערלויף פון קנאַפּע 200 יאָהר?

ווער קען עס וויסען? דאָס געהערט צו די טיעפסטע סודות פון דער נאַטור.

קאַפּיטעל 7.

דאָפּעלטע און פיעלפאַכע שטערן.

וואָס מעהר מען בעטראַכט די שטערן דורך די גרעסטע טעלעסקאָפּען, וועלכע זיינען ביז יעצט צוזאַמענגעשטעלט געוואָרען אין גרויסע אָבסערוואַטאָריעס, אַלץ מעהר וואונדער ענטדעקט מען אויף דעם הימלישען געוועלב.

דאָרט איז אַ אונענדליכע וועלט מיט אונענדליכע פערשיעדענהייטען. אין פאָריגען קאַפּיטעל זיינען איבערגעגעבען געוואָרען אייניגע

איינצעלהייטען וועגען אַזאַ סאָרט שטערן, וועלכע שיינען ניט שטענ־דיג גלייך און וועלכע ווערען דאַרום גערופען „וואַריאַבלע שטערן“. אין דיזען קאַפּיטעל וועלען מיר זיך בעקענען מיט אַזעלכע שטערן, וועלכע מיר זעהען מיט אונזערע נאַקעטע אויגען אַלס איינציגע פונקטען, נאָר וועלכע בעווייזען זיך אין טעלעסקאָפּען אַלס דאָפּעל־טע, דרייפאַכע און זאָגאַר פיעלפאַכע זונען. וואָס פאַר וואונדערבאַרע זונען־סיסטעמען עס מוזען דאָרטען זיין! ווי פער־שיעדען דאָס איז פון אונזער זון־סיסטעם!!

שטעלט זיך פאָר, אַז אונזער ערד ווערט בעלויכטען און געוואַ־רימט ניט פון איין זון, נאָר פון צוויי און דערצו נאָך מיט פער־שיעדענע קאָלירען — וואָס פאַר אַ גאַנץ אַנדער וועלט דאָס וואָלט גע־ווען פאַר אונז! און אָט אַזעלכע וואונדערבאַרע וועלטען עקזיסטירען אין דעם אונענדליכען רוים. אין דעם קען קיין צווייפעל ניט זיין. ניט נאָר האָט מען שוין ענטדעקט אַ סך דאָפּעלטע שטערן, זאָנדערן מען האָט אַפילו אויסגעמאָסטען מיט עכטע אַסטראָנאָמישע גע־נויאיגקייט זייערע גענויע בעוועגונגען און אויך בעשטימט די פּעריאָדען פון דיזע בעוועגונגען.

מיט נאַקעטע אויגען קען מען ניט זעהן אַ דאָפּעלטען שטערן איינ־פאַך דעריבער, ווייל זיי געפינען זיך פערהעלטניסמעסיג אַזוי נאָהענט איינער צום אַנדערן, אַז זיי גלאַנצען ווי איין פונקט אויפ'ן הימעל. ווען מענשען וואָלטען געהאַט אַזאַ נאַטירליכע ריאה, ווי מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען, וואָלטען זיי אויך געזעהען מיט זייערע נאַקעטע אויגען די אַלע דאָפּעלטע, דרייפאַכע און פיעלפאַכע שטערן, וועלכע אַסטראָנאָמען האָבען ענטדעקט זייט דעם סוף פון 18טען יאָהרהונדערט אין זייערע אָבסערוואַטאָריעס.

מען קען זיך שטעלען די פראַגע, און מען האָט איהר אויך גע־שטעלט: פיליכט נאָרט אונז נאָר אונזער אויג? אפשר זיינען גאָר אין דער אמת'ן קיין דאָפּעלטע שטערן ניטאָ, נאָר דאָס דוכט זיך אונז אַזוי אויס, ווייל זיי געפינען זיך אויף אַ גלייכער ליניע צו אונ־זערע אויגען אויף דער ערד? ווען צוויי שטערן זאָלען ליעגען אויף איין ליניע פונקט אַנטקעגען אונז, קען עס דאָך אויסקומען, דאָס דעם הינטערשטען שטערן וועלען מיר ניט זעהן, ווי ווייט ער זאָל ניט זיין פון דעם פאָדערשטען. איין שטערן וועט אין אַזאַ פאַל פשוט פערשטעלען

דעם אנדערן אפילו פאר די גרעסטע טעלעסקאפען. דאס טערפט אבער זעהר זעלטען, ווי ווייט אסטראנאמען האבען עס געקענט בעמערקען, און אזעלכע פּאארען טראגען דעם נאמען „אפּטיש־דאפּעלטע“, דאס הייסט: אז אזוי שיינען זיי נאר פאר אונזערע אויגען, אבער אין דער ווירקליכקייט זיינען זיי גאנץ בעזונדערע און ווייט אבּגעזונדערטע שטערן, וואס האבען קיין שום צוזאמענהאנג ניט צווישען זיך.

עס זיינען אבער דא אזעלכע פּאארען, וואס האבען א זעהר ענגען צוזאמענהאנג אין זייערע בעוועגונגען, וואס ווירקען טאקע גאנץ שטארק איינער אויף דעם אנדערן דורך זייער אנציהונגס־קראפט. עס איז זעהר שווער צו בעמערקען זייערע געגענזייטיגע בעוועגונגען, ווייל זיי געפינען זיך פון אונז אויף אזא אונגעהויערע ווייטקייט, וועלכע מיר האבען נאך פארלויפיג קיינע מיטעל צו מעסטען. אבער מען האט דאך בעשטימט די בעוועגונגען פון מאנכע פון אזעלכע שטערן־פּאארען נאך זעהר פּינקטליכע און געדולדיגע בעאבאכטונגען אין אבּסערוואטאריעס אין פערלויף פון יאהרען.

געוועהנליך קען מען אויסגעפינען די בעוועגונגען פון אזעלכע שטערן, וועלכע בילדען אויך א דאפּעלטע סיסטעם פון בעוועגונגען ארום איין צענטער פון זייער שווערקייט, ווען מען פערגלייכט די בעאבאכטונגען פון די אסטראנאמען פון איין דור מיט די בעאבאכטונגען פון די אסטראנאמען פון דעם נעקסטען דור. זא, צום ביישפּיעל, ווען דער אסטראנאם סטרואווע (דער פאטער) האט פערגליכען זיינע בעאבאכטונגען מיט די בעאבאכטונגען פון דעם אסטראנאם ווילּיאם הערשעל, האט מען געקענט פעסטשטעלען, אז געוויסע דאפּעלטע שטערן זיינען שוין ניט בלויז אפּטיש־דאפּעלטע, נאר בעוועגען זיך טאקע ביידע ארום איין צענטראל־פּונקט.

ווי אזוי מען מאכט אזעלכע בעאבאכטונגען און וועלכע אינסטרומענטען מען בענוצט דערביי — דאס קען מען נאר וויסען, ווען מען שטודירט ספּעציעל אסטראנאמיע. מיר מעגען זיך אבער פערלאזען אויף די מערקווירדיג פּינקטליכע בעאבאכטונגען און אויסרעכנונגען פון גרויסע אסטראנאמען און מאטעמאטיקער אין פערלויף פון אונגעפעהר 150 יאהר, זייט די טעלעסקאפּען זיינען אזוי אויסגעבעסערט געוואָרען, אז מען האט געקענט דערזעהען אזעלכע שטערן־

פּאָרען. מען האָט שוין צוזאַמענגעשטעלט אַ ליסטע פון 200 בינאַ־רען (דאָפּעלטע שטערן), וואָס די פּעריאָדען פון זייערע בעוועגונגען אַרום איין געמיינשאַפטליכען צענטער זיינען גאַנץ גענוי אויסגערע־כענט געוואָרען. דיזע פּעריאָדען ציהען זיך פון קנאַפּע 6 יאָהר ביז טויזענדע יאָהרען.

די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט האָט שוין דערגרייכט צו אַזאַ מדרגה, אַז זי קען זאָגאַר בעשטימען, אויב אַ שטערן איז אין דער ווירקליכקייט אַ דאָפּעלטער, נאָך איידער מען האָט געהאַט די מעג־ליכקייט דאָס צו דערזעהען דורך אַ טעלעסקאָפּ. מיר ווען דאָ ברענ־גען אַלס ביישפּיעל די געשיכטע פון דעם נאָהענטען שכן פון דעם גלענצענדסטען און בעריהמטעסטען פון אַלע שטערן, דעם שוין אונז בעקאַנטען „סיריוס פון גרויסען הונד“.

גערולדיגע אַסטראָנאָמישע פאָרשער האָבען שוין לאַנג בעמערקט, אַז די בעוועגונגען פון דיזען זעהר פונקעלדיגען שטערן ענדערן זיך עפּעס פּעריאָדיש (דאָ מוזען מיר דערוויילע בעמערקען, וואָס מיר וועלען אין נעכסטען קאַפּיטעל בעשרייבען, אַז די שטערן וואָס מען רופט „פיקסע“, ווייל מיר זעהען זיי אונבעוועגליך, עפּעס אַזוי ווי צוגענגעלט צום הימלישען געוועלב, האָבען פון דעסטוועגען זייערע א י י ג ע נ ע בעוועגונגען אין דעם וועלט־רוים, בעוועגונגען, וועלכע מען קען נאָר דערשפּירען מיט די פּינקטליכסטע אַסטראָנאָמישע אינ־סטרומענטען פון אונזער צייט). צוויי אַסטראָנאָמען, פּעטערס און אוערס, וועלכע האָבען גרינדליך נאָכגעפאָרשט די ענדערונגען אָדער וואַריאַציאָנען אין די בעוועגונגען פון סיריוס, האָבען עס פּרובירט ער־קלערען מיט דער השערה, אַז אַרום דיזע שטערן דרעהט זיך אַן א נ־ד ע ר שטערן, אָדער אַ זעהר גרויסע פּלאַנעט, און אַז דורך די וויר־קונג פון דיזער אַנציהונגס־קראַפט, מאַכט עס דער גרעסטער שטערן פון „גרויסען הונד“ אַזעלכע, זאָ צו זאָגען, הינטישע שטיק. זיי האָ־בען דאַן אויסגערעכענט, וואָס פאַר אַ קרייז עס דאַרף מאַכען דער אונבעקאַנטער שטערן אַרום דעם „סיריוס“ און וואו ער דאַרף זיך געפינען אויפ'ן הימעל.

מען האָט אָבער צו יענער צייט נאָך ניט געהאַט אַזעלכע גוטע טע־לעסקאָפּען, אַז מען זאָל דעם פּאָראויס־אויסגערעכענטען שטערן קע־נען זעהן. מען האָט איהם דאָך אַלץ געזוכט, ווייל אין דער אַסטראָ־

נאָמישער וועלט האָט מען דיזע השערה אָנגענומען פאַר אַ זעהר ריכ־טיגע. ענדליך, אין 1862, ווען מען האָט אויפגעשטעלט אין דער אָבסערוואַטאָריע פון שיקאַגאָ אַ זעהר גרויסען טעלעסקאָפּ, האָט מען אויך דערזעהען דעם פּיעל געזוכטען ש כ ן פ ו ן ס י ר י ו ס. די וואָס האָבען איהם דערזעהן אין אַמעריקאַ, האָבען אָבער גאָר ניט געוואוסט פון די רעכנונגען פון די געלעהרטע אייראָפּעאישע אַסטראָ־נאָמען, אָבער זיין פּאָזיציע איז געווען פּונקט ווי זיי האָבען עס פּאָר־אויסגעזאָגט!

דאָס איז געווען אַ נייער טריאומף פאַר די וויסענשאַפטליכע אַ ס ט ר אָ נ אָ מ י ע. זייט דאַן האָט מען געמאַכט נאָך אַזעלכע ענטדעקונגען, שטיצענדיג זיך אויף די אויסרעכנונגען וועגען די בע־וועגונגען פון דאָפּעלטע שטערן. מאַנכע פון דיעזע אויסגערעכענטע שטערן האָט מען נאָך עד היום ניט אויסגעפונען מיט טעלעסקאָפּען, ווייל אויך די היינטיגע גרעסטע טעלעסקאָפּען זיינען אַלץ ניט גענוג ווייט־זעהענד דאַפיר. אַסטראָנאָמען צווייפלען אָבער וועניג, אַז דיעזע מאַטע־מאַטישע נביאות וועלען מיט דער צייט בעשטעטיגט ווערען דורך טע־לעסקאָפּישע בעאָבאַכטונגען.

וואָס אַנבעלאַנגט דעם „סיריוס“, ווייס מען שוין היינט גאַנץ גענוי, ווי מען האָלט מיט די בעוועגונגען פון זיין שכן. נאָך דעם, ווי מען האָט עטליכע יאָהר נאָכגעפאָרשט זייערעביידענס בעווע־גונגען, האָט מען פעסטגעשטעלט, אַז דאָס דויערט פּעריאָדיש יעדע 52 יאָהר. דער שיין פון דיעזע צווייטע שטערן איז אַ ווייסער, נאָר איי־נער גלענצט פיעל מעהר פאַר דעם אַנדערען.

וועגען דעם גלענצענדען „פּראָסיאָן“, דעם העלסטען שטערן פון „קליינעם הונד“, ווייס מען אויך, אַז ער מוז זיין אַ דאָפּעלטער. נאָך גענויע בעאָבאַכטונגען פון זיינע בעוועגונגען איז מען געקומען צום שלוס, אַז ער ווערט אויך געשטערט דורך די אַנציהונגס־קראַפט פון אַ נאָהנטען שכן. אָבער מען האָט דעם דאָזיגען שכן נאָך אַלץ ניט דערטאַפּט אין די טעלעסקאָפּען. אין די לעצטע יאָהרען זוכט מען איהם זעהר שטאַרק אין פערשיעדענע אָבסערוואַטאָריעס מיט די גרעסטע טעלעסקאָפּען, וועלכע מען איז אין שטאַנד היינט צו מאַכען.

פון די אַנדערע דאָפּעלטע שטערן פון דער ערשטער מאַגניטיוד צייכענט זיך אויס איינער פון דעם „צווילינג“ (מזל תאומים), נעמליך:

„קאַסטאָר“. ער בעשטעהט פון צוויי ווייס־גלענצענדע זונען, וועלכע בעוועגען זיך ארום זייער געמיינשאַפטליכען צענטער אין פרלויף פון 347 יאָהר.

איינינע פון דיעזע דאָפּעלטע שטערן גלענצען מיט פערשיעדענע קאָלירען. למשל, צווישען די שטערן פון דער קאָנסטעלאַציאָן „לעאָ“ (מזל אריה) געפינען זיך צוויי דאָפּעלטע, פון וועלכע איינער בע־שטעהט פון א ווייסער און בלויער זון, און דער אנדערער — פון א געלבליכער און בלויליכער זון. אין דעם דאָפּעלטען שטערן פון דער קאָנסטעלאַציאָן „אנדראָמעדאָ“ (געפינט זיך צווישען די קאָנסטע־לאַציאָן „קאַסיאָפּעיאָ“ און „פּערסעאוס“), גלאַנצט איינער בלוי און דער אַנדערער גרין. וואָס פאר קאָלירען וואָלטען מיר געזעהן אויף דער ערד, ווען מיר וואָלטען בעלויכטען געוואָרען פון אזעלכע צוויי זונען מיט אמאָל? דאָס איז שווער זיך פאָרצושטעלען.

די מייסטע פון די דאָפּלעטע שטערן זיינען ווייסע, נאכער פאָלגען געלע, בלויע, רויטע, פּורפּורנע א. ז. וו. מען ווייס שוין פון 130 דאָ־פּעלטע זונען, וואָס זייערע קאָלירען זיינען גאַנץ פערשיעדענע.

נאָך וואונדערבאַרער דארף עס זיין אויף א פּלאַנעט, וואָס ווערט בעלויכטען פון אַזעלכע שטערן, וועלכע צייגען זיך ארוים אין טעלע־סקאָפּען אלס דרייפאכע, פיערפאכע און מעהר־פאכע. ווי אַזוי אַזעלכע זונען, וועלכע מיר זעהען בלויז אלס איינ־פינטעלע, בעוועגען זיך אַרום איין צענטער — דאָס איז נאָך ווע־ניג אויסגעפאָרשט.

איינער פון די מעהר אויסגעפאָרשטע געפינט זיך אין מזל סרטן (קאַנסער). דיזער שטערן בעשטעהט פון דריי זונען. די צווייטע זון דרעהט זיך אַרום דער ערשטער אין 58 יאָהר און די דריטע דרעהט זיך אַרום זיי ביידע אין 600 יאָהר. אויב דיעזע זונען האָבען אויך פּלאַ־נעטען—און עס איז העכסט וואהרשיינליך אַז זיי האָבען—קאָן פּרובירט זיך פאָרשטעלען, ווי דיעזע פּלאַנעטען ווערען בעלויכטען ביי טאָג און ביי נאכט, אויב עס קען דאָרטען גאָר זיין נאַכט, און ווי פערשיעדען עס מוזען דאָרטען זיין די יאָהרעסצייטען.

ווייטער קומען אַזעלכע גרופּען פון שטערן, וואָס זעהען אויס אַפילו דורך די גרעסטע טעלעסקאָפּען ווי הויפענס און קופּקעס. א ביישפּיעל דערפון קענען מיר זעהן מיט נאַקעטע אויגען, ווען מיר

ווארפען אונזערע בליקען אויף „די פלעיאדען“, וועגען וועלכע מיר האבען שוין גערעדט אין א פאריגען קאפיטעל. מיט א מיטעלמעסיגער ריאה זעהט מען 6 פון דיזע שטערן אזוי נאהענט איינער לעבען דעם אנדערן, אז א קורצזיכטיגער קען זיי גאר ניט אונטערשיידען. מיט אן אפערא־גלאז (בינאקל) קען מען זעהען דארטען בעזונדערע 11 שטערן. דורך טעלעסקאפען זעהט מען דארטען אלץ מעהר שטערן, וואס שטארקער די ערוויטערונגס־גלעזער זיינען.

אזעלכע קופקעס שטערן זיינען דא זעהר פיעל אין דעם וועלט־רוים, נאר מיט נאקעטע אויגען קען מען זיי שוין ניט זעהען. מאנכעס מאל, ווען דער הימעל איז זעהר קלאר, בעמערקט מען אויך מיט נאקעטע אויגען איינציגע נ ע ב ע ל ה א פ ט ע פונקטען אזוי ווי גלענצענדע פלעקען. מיט טעלעסקאפישע אויגען אונטערשיידעט מען באלד, אז דאס זיינען קופקעס פון פערשיעדענע שטערן, ווי אין די פלעיאדען. אין דער אויבענדערמאנטער שטערן־גרופע „פערסעאוס“ קען מען בעמערקען עפעס א שיינענדען פלעק אפילו מיט נאקעטע אויגען. ווען מען בעטראכט אבער דיזען פלעק אפילו מיט א קליינעם טעלעסקאפ, דערזעהט מען, אז דאס איז א פראכטפאלער שטערן־הויפען.

די אורזאכע פון אזעלכע גרופירונגען פון שטערן בלייבען נאך אונבעקאנט; אבער דאס זיינען זעהר הערליכע און וואונדערליכע ערשיינונגען אויפ׳ן הימעל. בעטראכט יעדענפאלס די פלעיאדען, וועלכע מען קען אין יאנואר זעהען אבענדס כמעט איבער׳ן קאפ אין אונזערע נארדליכע געגענדען.

קאפיטעל 8.

די נעבעלהאפטע מאסען אויפ׳ן הימעל.

אין דעם וועלט־רוים טראגען זיך אויך ארום שטערנדיגע מאסען, וואס געוועהנליך האבען זיי ניט עפעס א בעזונדערע פארמע און וואס לאזען זיך דערקענען דורך א געוויסען מאטען שיין. זיי זעהען אויס, ווי א שיינענדער טומאן און טראגען דארום אין דער אסטראנאמיע דעם אלגעמיינען נאמען „נעבולא“.

מאנכע פון דיזע נעבעלהאפטע מאסען קען מען זאגאר בעמערקען מיט נאקעטע אויגען, וואו דער הימעל איז בעזאנדערס קלאר און די נאכט איז א פינסטערע. מען מוז דערצו אבער האבען שארפע אויגען און וויסען, וואו דיזע נעבולאס צו זוכען.

אפילו מיט דער הילפע פון טעלעסקאפען איז עס שווער צו אונטערשיידען צווישען א נעבולא און א הויפען שטערן. אט איינציגע פון די שטערן־הויפענס, פון וועלכע עס איז גערעדט געווארען אין פאריגען קאפיטעל איבער „דאפעלטע און פיעלפאכע שטערן“, זעהען אויס ווי נעבעלהאפטע מאסען, ווען מען בעטראכט זיי דורך קליינע טעלעסקאפען. אין דער שטערנגרופע „פערסעאוס“ געפינט זיך א מערקווירדיגער שטערן־הויפען, וואס א שארפע אויג קען עס בעמערקען אלס א שיינענדען פלעק אויפ'ן הימעל, פונקט ווי א נעבולא זעהט אויס דורך א טעלעסקאפ. אבער ווען מען בעטראכט דיזען שיינענדען פלעק אפילו דורך א קליינעם טעלעסקאפ, וואס פערגרעסערט א זאך פון 25 ביז 50 מאל, ווארפט זיך אין די אויגען, אז דאס איז א קופקע פון בעזונדערע שטערן.

ביז דער אסטראנאם הערשעל האט צוזאמענגעשטעלט זיין גרויסען טעלעסקאפ, מיט וועלכען ער האט געמאכט פיעלע גרויסע ענטדעקונגען (דארונטער אויך די ענטדעקונג פון דער פלאנעט „אוראנוס“, מיט וועלכער מיט וועלען זיך בעקענען אין א וויטערדיגען קאפיטעל), האט מען אריינגערעכענט פיעלע שטערן־הויפענס צווישען די נעבעלהאפטע מאסען. דאס וואס עס האט זיך ארויסגעוויזען אין א קלענערן טעלעסקאפ אלס עפעס א שיינענדער פלעק, האט זיך ארויסגעצייגט אין א גרעסערען טעלעסקאפ אלס א מאסע פון בעזונדערע גלענצענדע פונקטען, וועלכע מען מוז רעכענען פאר זעהר ווייטע שטערן.

מען האט אויך דארום געשטעלט די פראגע: פיליייכט זיינען אויך די שיינענדע פלעקען, וועלכע מיר רעכענען היינט פאר ווירקליכע נעבולאס, אין דער אמת'ן גאר הויפענס פון שטערן, נאר מיר קענען זיי ניט אונטערשיידען, וויל מיר האבען נאך אלץ ניט גענוג גרויסע טעלעסקאפען דאפיר? ווי אזוי קען מען איבערהויפט וויסען בעשטימט, וועלכער שיינענדער פלעק איז א הויפען פון בעזונדערע שטערן און וועלכער נאר א נעבעלהאפטע מאסע?

דער טעלעסקאָפּ אליין וואָלט קיין מאָל ניט געקענט געבען אַ פּאָזיטיווע אַנטוואָרט אויף דיזער פראַגע. די נאַטור־וויסענשאַפט האָט אָבער אַנדערע הילפס־מיטלען צו דערגעהן די סודות פון דער ווייטער שטערן־וועלט.

איינער פון דיזע מיטעל איז אַ וואונדערבאַרער אינסטרומענט, וואָס הייסט ס פּ ע ק ט ר אָ ס ק אָ פּ. מיר וועלען זיך ווייטער דערוויסען, וואָס דאָס איז אַזוינס אַ ספּעקטראָסקאָפּ און ווי אַזוי מען קען דורך איהם דערגעהן אויף זיכער, פון וועלכע יסודות אָדער שטאָפען עס בעשטעהען אונזער זון און אַנדערע שיינענדע קערפּערס אויף דעם הימעל. דאָ וועל איך פאָרלויפיג איבערגעבען דעם רעזולטאַט פון פילע עקספּערימענטען מיט דיזען אינסטרומענט, וועלכע האָבען בעוויזען, אַז אַן אמת'ע נעבולאַ בעשטעהט פון אַן אונגעדויערע מאַסע גלימצערנדע ג אַ ז ע ן און קען דארום ניט זיין צוזאַמענגעשטעלט פון שטערן.

די אמת'ע נעבעלהאַפטע מאַסען זיינען אויך פערשיעדען, ניט נאָר אין זייער גרויסקייט, זאָנדערן אויך אין זייער פאָרם. מיר וועלען זיך דאָ בעקענען בלויז מיט עטליכע פון די בערימטעסטע נעבולאַס.

אין דער מערקווירדיגסטער און פּראַכטפאָלער שטערנגרופּע „אָריאָן“, מיט וועלכען מיר זיינען שוין בעקאַנט געוואָרען אין אַ פאָריגען קאַפּיטעל, גלאַנצט כמעט אין מיטען איינע פון די שענסטע און וואונדערבאַרסטע נעבולאַס. זי רינגעלט אַרום מיט אַ שוואַכען שיין דעם מיטעלסטען פון די שטערן וואָס טראָגען דעם נאָמען: „דער שווערד פון אָריאָן“, ווי אויף דער צייכנונג נומ. 12. אַ שאַרפע אויג קען בעמערקען, אַז דיזער שטערן שיינט ניט גראַדע ווי א י י ן (1) גלענצענדער פונקט, ווי דאָס איז דער פאַל מיט אַנדערע שטערן, נאָר האָט עפּעס אַ נעבעלהאַפטען אָפּשיין, אַ זאָנדערבאַרען גלאַנץ.

דער גרויסער האָלענדישער אַסטראָנאָם און מאַטעמאַטיקער הייגענס, וועלכער האָט דער ערשטער בעמערקט די נעבולאַ פון אָריאָן, בעשרייבט איהר מיט פאָלגענדע ווערטער: „צווישען די פיקסע שטערן איז ווערטה צו פערצייכענען אַן ערשיינונג, וועלכע איז נאָך פון קיינעם ניט בעמערקט געוואָרען, ווי ווייט איך וויים עס, און וועלכע מען קען טאַקע ניט בעטראַכטען אָהן גרויסע טעלעסקאָפּען. אין דעם „שווערד פון אָריאָן“ זיינען פאַראַן דריי שטערן נאָהענט איינער צום אַנדערן.

צייכנונג 12. — א פאָטאָגראַפיע פון דער אָריאָן־נעבולא אין יערקעס אָבסערוואַטאָריע.

אין 1656 האָב איך גראַדע גענומען בעטראַכטען דעם מיטעלסטען פון דיעזע שטערן מיט מיין טעלעסקאָפּ. אָנשטאָט איין שטערן האָב איך דאָן דערזעהן צוועלף (דאָס טרעפט ניט זעלטען). דריי פון זיי האָבען כמעט אָנגעריהרט איינער דעם אַנדערן און צוזאַמען מיט נאָך פיער האָבען זיי געגלאַנצט דורך אַ נעבולאַ, זאָ דאָס דער רוים אַרום זיי האָט אויסגעזעהן פיעל העלער, ווי די אַנדערע טהיילען פון הימעל".

זייט דאַן האָבען פיעלע אַסטראָנאָמישע פאָרשער זעהר אויפמערקזאַם שטודירט דיזע נעבולאַ, וועלכע איבערטרעפט אַלע אַנדערע אויף דער נאָרדליכער העלפט פון הימעל און גלאַנצט אין אַ פערשיעדענהייט פון פאָרמען. דורך דיזער נעבולאַ שיינען אַ סך שטערן, וועלכע וואָלטען אָהן איהר געבילדעט אַ שטערן־הויפען. (בעטראַכט די פאָטאָגראַפיע פון דיזער נעבולאַ אויף צייכנונג נומ. 12).

אין 1864 האָבען צוויי אַרטראָנאָמען, וועלכע האָבען זיך ניט צוזאַמענגערעדט, עקזאַמינירט בעזונדער דעם שיין פון דיעזער נעבולאַ דורך אַ ספּעקטראַסקאָפּ און האָבען דערזעהן דריי העלע ליניעס, וועלכע האָבען אָנגעוויזען, אַז דיעזע נעבעלהאַפטע מאַסע בעשטעהט ניט פון שטערן, נאָר פון אַ גליהענדען גאַז. אַ ווייטערע נאָכפאָרשונג וועגען די פּאָזיציעס פון דיזע העלע ליניעס אין ספּעקטראָסקאָפּ האָט געפיהרט צו דער השערה, אַז די דאָזיגע נעבולאַ ענטהאַלט מייסטענס די גאַזען היידראָזשען (וואַסער־שטאָף) און נייטראָזשען (שטיק־שטאָף).

אַן אַנדערע בריליאַנטענע נעבולאַ, וועלכע מען קען אויך בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען, געפינט זיך אין דער קאָנסטעלאַציאָן „אַנדראָמעדאַ", וועלכע דער לעזער קען גלייך דערקענען אין אַ ווינטער־נאַכט, ווען ער זאָל זיך פערזאָרגען אפילו מיט אַ קליינער שטערן־קאַרטע. מען דאַרף ניט פיעל בעטראַכטען דיעזע שטערן־גרופּע, אום צו בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען, אַז דער שיין איז דאָרטען ניט פון איין שטערן, נאָר פון אַ מאַסע צושפּרייטע ליכט. מען ווייס פון פעלע, דאָס מאַנכע האָבען דיעזען נעבעלהאַפטען שיין אָנגענומען זאָגאַר פאַר אַ קאָמעט. ווען מען בעטראַכט דעם דאָזיגען מאַט־שיינענדען פלעק דורך טעלעסקאָפּען, זעהט מען, אַז דאָס איז אַ מין נעבעלהאַפטע מאַסע, וועלכע שלאָגט אָפּ דעם שיין פון אַ זעהר גלענצענדען קערנדעל אין מיטען. בעטראַכטונגען מיט אַ

ספּעקטראָסקאָפּ פיהרען צום שלוס, אַז דער שיין פון דיעזער נעבולאַ קומט ניט גראַדע פון גליהענדע גאַזען, נאָר פון אַ גלענצענדען קערפּער אין אַ פליסיגען אָדער אין אַ סאָלידען צושטאַנד. מען רעכענט דארום, אַז דיעזע נעבולאַ איז אין דער ווירקליכקייט אַ ש ט ע ר ן ־ ה ו י פ ע ן, וואָס ליעגט פון אונז אַזוי ווייט, אַז מיט אונזערע בעסטע היינטיגע טע־לעסקאָפּען קענען מיר זיי ניט אונטערשיידען. זעהר פיעלע חילוקי דעות עקזיסטירען אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט מכח דעם, וואָס פאַר אַ סאָרט מאַסע עס איז די גרויסע נעבולאַ פון דער שטערן־גרופּע „אַנדראָמעדאַ“, ווי אויף דער צייכנונג נומ. 13.

עס פערשטעהט זיך, אַז מיר קענען אַפילו ניט אָנריהרען אַזעלכע הויכע און טיעף־געלעהרטע אַסטראָנאָמישע דיסקוסיאָנען. מיר דער־מאָהנען עס דאָ נור, אום נאָך אַמאָל צו ציהען דעם לעזער'ס אויפ־מערקזאַמקייט אויף דעם, ווי פאָרזיכטיג און גרינדליך די אַסטראָנאָמען זיינען אַפילו אין זייערע השערות. קיין מאָל מאַכען זיי ניט עפּעס אַן אונבעגרינדעטע בעהויפּטונג, אַפילו אין דעם פאַל, ווען עס צייגט זיך שפּעטער ארויס, אַז זיי האָבען געהאַט אַ טעות.

נאָך אַן אויסעראָרדענטליכע נעבולאַ געפינט זיך אין דער אונז בעקאַנטער שטערן־גרופּע „לירא“. אָבער מיט נאַקעטע אויגען קען מען שוין דיעזע נעבולאַ ניט בעמערקען. ווען מען בעטראַכט איהר דורך אַ קליינעם טעלעסקאָפּ, זעהט זי אויס ווי אַ רינג. אָבער אַ גרויסער טע־לעסקאָפּ צייגט, אַז דער מיטען פון דיעזער קיילעכדיגער מאַסע איז אָנגעפילט מיט אַ נעבעלהאַפטען שיין. זי האָט ניט די פאָרמע פון אַ רינג, נאָר פון אַן איי.

אין דער קאָנסטעלאַציאָן פון „סענטאָרוס“ (אויף דעם זידליכען הימעל־געוועלב), וועלכע צייכענט זיך אויס מיט צוויי זעהר העלע שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד, ווי דאָס איז אָנגעוויזען אין קאַפּי־טעל 6, גלאַנצט אויך אַ זעהר בעמערקענסווערטהער הויפען שטערן, אָט ווי אויף דער צייכנונג נומ. 14, לויט אַ פאָטאָגראַפיע אין דער קעיפּ (קאָפּשטאַט) אָבסערוואַטאָריע (זיד־אַפריקאַ). געדולדיגע אַסטראָנאָ־מען האָבען איבערגעצעהלט אין דיעזען גלענצענדען הויפען ארום 6000 ש ט ע ר ן.

אַ זעהר שעהנע און בעמערקענסווערטהע נעבולאַ פון דעם סאָרט, וואָס האָבען די פאָרמע פון אַ ס פּ י ר אַ ל, געפינט זיך אין דער קאָנ־

סטעלאציאָן, וועלכע טראָגט דעם לאטייניישען נאָמען „קאַניס וועַנאַ־טיסי“ (מיינט: דעם יעגער'ס הונד), און וועלכע אַן אנפאנגער איז שטערן־זעהעריי קען בעמערקען מיט דער הילפע פון א שטערן־קארטע

ציינונג 13. — די נעבולאַ פון „אַנדראָמעדאַ“, ווי פאָטאָגראַפירט אין יערקעס אָבסערוואַטאָריע.

אין דעם טהייל פון הימלישען געוועלב צווישען דעם „גרויסען בער“ און „באָאָטעס“. אויף דער צייכנונג 15 איז פאָרגעשטעלט אַ פאָטאָגראַפישער בילד פון דיעזער ספּיראַל־נעבולאַ.

זייט מען פאָרשט די נעבולאַס און שטערן־גרופּען, וועלכע האָבען פערשיעדענע פאָרמען ווי וויית מען האָט עס ביז יעצט בעשטימט מיט

צייכנונג 14. — דער גרויסער שטערן־הויפען פון „סענטאָרוס“.

דער הילפע פון זעהר גרויסע טעלעסקאָפּען, האָט מען שוין אויך אויסגעפונען, אַז מאַנכע פון זיי האָבען זיך געענדערט אין זייער פאָרם. בעזאָנדערס האָט מען בעמערקט געוויסע ענדערונגען אין דער נעבולאַ, וואָס רינגעלט אַרום דעם וואַריאַבלען שטערן פון דער קאָנ־

סטעלאַציאָן „אַרגוס“ (זעה דעם קאַפּיטעל איבער די וואַריאַבלע שטערן).

ווענען מאַנכע נעבולאַס ווייס מען, אַז זיי ענדערען זיך, אָבער זייער שיין איז אַזאַ שוואַכער, אַז דאָס איז שווער צו בעמערקען און צו בעווייזען פּאָזיטיוו. געוועהנליך זוכט מען צו בעשטימען די ענדער־

ציינכנונג 15. — די ספּיראַל־נעבולאַ אין דער שטערנגרופּע „קאַניס ווענאַטיסי“.

רונגען פון די פּעבעלהאַפטע מאַסען דורך פערגלייכען זייערע פאָטאָגראַפישע בילדער (אין פערשיעדענע צייטען), וועלכע אַסטראָנאָ־מען ווייסען ווי אָראָבצונעהמען דורך טעלעסקאָפּען (די הימלישע פאָ־טאָגראַפיע האָט אויך דערגרייכט אַ וואונדערבאַר הויכע מדרגה. זי

טהוט אויף וואונדער). וואָס מעהר מען וועט אראָבנעהמען אַזעלכע פאָטאָגראפישע בילדער און זיי פּערגלייכען מיט בילדער אין שפּעטערע יאָהרען, אַלץ מעהר וועט מען קענען דערגעהן וועגען די ענדערונגען אין די פאָרמען פון נעבולאָס און שטערן־הויפענס. מאַנכע פון די נעבולאָס האָבען זעהר פאַנטאַסטישע פאָרמען, וועלכע מען קען גאָר ניט בעשרייבען מיט ווערטער.

וואָס אַנבעלאַנגט די פּ ע ר ש פּ ר י י ט ו נ ג פון נעבולאָס אין דעם וועלט־רוים, איז דערביי דער מערקווירדיגסטער און וויכטיגסטער פאַקט, אַז זיי געפינען זיך מייסטענס דאָרטען, וואו ש ט ע ר ן ז י י־ נ ע ן א ם ו ו ע נ י ג ס ט ע ן אין צאָהל. וואָס נעהענטער צום מילך־וועג, בעוויייזען זיך אַלץ מעהר און געדיכטער בעזונדערע שטערן, וועהרענד די נעבעלהאַפטע מאַסען ווערען אַלץ ווענינער אין צאָהל.

געוויס איז דאָס ניט אַ צופאַל. אין דער הימלישער מעכאַניקע זיינען איבערהויפּט קיינע צופעלע ניטאָ. אַלעס האָט און מ ו ז ה אָ־ ב ע ן בעשטימטע אורזאַכען. אַסטראָנאָמען פאָרשען, זעלבסט־פערר־שטענדליך, די פּאָזיציעס פון די בעזונדערע שטערן, פון די שטערן־הויפענס און פון די נעבולאָס, אום דורך דעם צו קענען עפּעס דערגעהן מכח די, זאָ צו זאָגען, אַ ר כ י ט ע ק ט ו ר פון דעם אונענדליכען וועלט־רוים.

מען האָט צוזאַמענגעשטעלט אין אָבסערוואַטאָריעס מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט די קאַרטען פון די טהיילען פון הימעל, וועלכע זיינען בעזאָנדערס רייך אין שטערן, אין שטערן־הויפענס אָדער אין נעבעלהאַפטע מאַסען. מען האָט אויך געמאַכט פערשיעדענע השערות וועגען אַזעלכע אונגלייכע פערטהיילונגען פון הימלישע קערפּערס אויף דעם הימלישען געוועלב. די עלטסטע און פערשפּרייטעסטע פון דיעזע השערות איז פון דעם אַסטראָנאָם וויליאם הערשעל, אַז די נעבולאָס זיינען עס די מאַסען, פון ו ו ע ל כ ע ע ס ב י ל ד ע ן ז י ך מ י ט ד ע ר צ י י ט ש ט ע ר ן, וועלכע זיינען זעלבסטשטיינענדע קערפּערס, אַט אַזוי ווי אונזער זון.

דאָס וואָס מען רופט „די נעבולאַ־היפּאָטעזע“ (די השערה וועגען נעבולאָס) געהערט צו די טיעפסטע געהיימניסע פון דער נאַטור און צו די העכסטע ספּעקולאַציאָנען און חקירות אין דער נאַטור־וויסענ־

שאַפט. מיר קענען אַבער אַזוי ווייט ניט נאָכפאָלגען די געלעהרטע אַסטראָנאָמען אין אַ ביכעל איבער שטערן פאַר'ן פאָלק.

קאַפּיטעל 9.

די בעוועגונגען פון פיקסע שטערן.

אַלעס בעוועגט זיך אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים — אַפילו די פיקסע שטערן אויך. גיבט עס ערגעץ אַזאַ קערפּער, אַזאַ פּיצעלע מאַטעריע, וואָס זאָל אימער און אויביג בלייבען אויף איין אָרט? גיבט עס אַ צענטער, אַרום וועלכען אַלע שטערן בעוועגען זיך?

די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט קען נאָך ניט בעשטימט ענט־פערען אויף דיזע ווירקליך אַלוועלטליכע פראַגען. זי האָט דערווייל בלויז בעוויזען מיט פיעלע אונטערזוכונגען און עקספּערימענטען (פּראָ־בעס), אַז די גאַנצע שטערן־וועלט געפינט זיך אין שטענדיגער בעוועגונג אין גאַנץ פערשיע־דענע ריכטונגען.

מיט אונזערע נאַקעטע אויגען און אַפילו מיט שוואַכע טעלעסקאָפּען וואָלטען מיר די אייגענע בעוועגונגען פון אירגענד וועלכע פיקסע שטערן קיין מאָל ניט בעמערקט. זייערע פּאָזיציעס איינער צום אַנ־דערען שיינען אונז שטענדיג די זעלבע. דאַרום רופט מען זיי „פיקסע שטערן", צו אונטערשיעדען זיי פון די וואַנדערנדע שטערן אָדער פּלאַנעטען, וואָס זייערע אייגענע בעוועגונגען אויף דעם הימלישען געוועלב זיינען שוין אין די עלטסטע צייטען בע־מערקט געוואָרען.

עס איז גאַנץ לייכט צו בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען די וואַנדע־רונגען פון אַ פּלאַנעט, ווען מען בעטראַכט איהר צווישען די פיקסע שטערן. ווען מען זאָל זיך אָנמערקען איין אָבענד אַ געוויסען פיקסען שטערן אין דער נאָכבאַרשאַפט פון אַ פּלאַנעט און נאָכהער בעטראַכ־טען זייערע געגענזייטיגע פּאָזיציעס אויפ'ן הימעל אין פערלויף פון אַ געוויסער צייט, אַפילו איניגע וואָכען, וועט מען ניט פערפעהלען צו מאַ־כען די זעלבע ענטדעקונג, וואָס איז שוין ווער ווייסט ווי לאַנג צוריק

געמאַכט געוואָרען פון אונזערע ווילדע אור־עלטערען, אז די פּלאַנעט וועט זיך אַלץ דערוויטערען פון דעם דאָזיגען פיקסען שטערן. און ווען מען זאָל אַלץ נאָכפאָלגען אַזוי די וואַנדערונגען פון א בע־שטימטער פּלאַנעט צווישען די פיקסע שטערן, וועט מען אויך ניט פער־פעהלען אויסצוגעפינען, וויפיעל צייט עס דויערט איהר צו מאַכען א רייזע ארום דעם גאַנצען הימלישען קרייז.

אזוי האָט מען טאַקע אין גרוי־־אַלטע צייטען אויסגערעכענט, וויפיעל צייט עס נעהמט, ביז די פּלאַנעטען „מערקור“, „ווע־נוס“, „מארס“, „יופּיטער“ און „סאַטורן“, וועלכע מען קען בעאָבאַכ־טען מיט נאַקעטע אויגען און פון וועלכע עס וועט שפּעטער זיין די רעדע מאַכען דורך זייערע קרייזען אויפ'ן הימלישען געוועלב.

אָבער די פיקסע שטערן — זיי האָבען געשיינט צו גלענצען אימער אויף דעם זעלבען פונקט פון הימלישען געוועלב. ווען איוב, למשל, וואָלט היינט געקוקט אויף די זעלבע שטערן, וועלכע ער האָט מיט עטליכע טויזענד יאָהר צוריק „פערשאָלטען“, וואָלט ער אין זייערע געגענזייטיגע פּאָזיציעס ניט בעמערקט די מינדעסטע ענדערונגען. די „פּלעיאַדען“, דער „אַלדעבאַראַן“ (מזל שור), דער „אָריאָן“ און אַלע אַנדערע שטערן־גרופּען, מיט וועלכע מיר האָבען זיך בעקענט אין פאָריגע קאַפּיטלעך, בלייבען היינט פאַר אונזערע אויגען פונקט אזוי צוגענעגעלט צום הימלישען געוועלב, ווי פאַר אונזערע אור־עלטערען מיט טויזענדער יאָהר צוריק, און אזוי וועלען זיי אויך שיינען טויזענדע יאָהרען אין דער צוקונפט.

אָבער די אַסטראָנאָמען האָבען שוין היינט אַזעלכע קונציגע דעלי־קאַטע אינסטרומענטען צו מעסטען, אז דאָס אַליין איז פּשוט א וואונדער. עס איז שווער זיך פאָרצושטעלען, אז מען זאָל קענען אויס־מעסטען עפּעס וואָס מען קען גאָר ניט זעהן מיט נאַקעטע אויגען; אָבער פאַר די נאַטור־וויסענשאַפט איז דאָס א גאַנץ געוועהנליכע זאַך.

מיר קענען זיך דאָ ניט פערנעהמען ניט נאָר מיט א בעשרייבונג פון אַזעלכע אינסטרומענטען, זאָנדערן אפילו מיט אן ערקלעהרונג פון די פּרינציפּען און נאַטירליכע ערשיינונגען, אויף וועלכע זיי זיי־נען בעגרינדעט. דאָס דאַרף מען זוכען אין ספּעציעלע ביכער איבער פיזישע און אַסטראָנאָמישע אינסטרומענטען. פאַר מענשען וואָס האָ־בען ניט געלערנט געאָמעטריע, איז עס זאָגאר שווער צו ערקלעהרען.

וואָס פאַר אַ ס אָ ר ט מ אָ ס די אַסטראָנאָמען בענוצען אין זייערע רעכנונגען מכח די ווייטקייטען פון הימלישע קערפּערס. למשל, ווען מיר זאָלען געברויכען די אַסטראָנאָמישע שפּראַך און זאָגען, אַז דער פּיק־סער שטערן, וואָס טראָגט דעם נאָמען „גרומברידזש 1830“, האָט אַ „אַ י י ג ע נ ע ב ע וו ע ג ו נ ג פ ו ן 7 ס ע ק ו נ ד ע ן“, וועט דאָס זיין גאַנץ אונפערשטענדליך פאַר דעם דורכשניטליכען לעזער. פאַר אַן אַסטראָנאָם איז עס אָבער אַזוי קלאָר, ווי ווען מען וואָלט אונז זאָגען, אַז אַן אייזענבאַהן צוג לויפט דורך אַ בעשטימטע צאָהל מייל אין אַ שטונדע.

מיר וועלען דאָ בלויז דאַרום בעמערקען, אַז די אַסטראָנאָמישע מאָס איז אַ וו י נ ק ע ל, צוטהיילט אין גראַדוסען, מינוטען, סעקונדען און ט ה י י ל ע ן פון אַ סעקונדע. מיר בעזיצען איבערהויפּט ניט קיין אַנדער מאָס פאַר זאַכען, וועלכע מיר קענען ניט דערגרייכען און וועלכע מיר זעהען נאָר פ ו ן ד ע ר וו י י ט ע נ ס, ווי אַ וו י נ־ק ע ל, נעמליך: דער ווינקעל וואָס די ליכט־שטראַהלען בילדען אין אונזער אויג בשעת מיר קוקען אויף זאַכען (זעה וועגען דעם ביי־לאַגע אַ).

יעדער איינער ווייס, אַז וואָס ווייטער אַ זאַך איז פון אונז, אַלץ קלענער דוכט זי זיך אונז אויס. וואָרום איז עס אָבער אַזוי? גאַנץ איינפאַך, ווייל מיר זעהען איהר דאַן אין אַ ק ל ע נ ע ר ע ן וו י נ־ק ע ל. וואָס נעהענטער מיר קומען צו אַ באַרג, אַלץ העכער ווערט ער אין אונזערע אויגען, דאָס הייסט מיר זעהען איהם אין אַ ג ר ע ס ע־ר ע ן וו י נ ק ע ל. עס פערשטעהט זיך דאָך, אַז די אייגענע הויך פון דעם באַרג ענדערט זיך ניט, ווי ווייט מיר זאָלען ניט אָבטרעטען פון איהם, אָדער ווי נאָהנט מיר זאָלען ניט צוקומען צו איהם. די גע־אָמעטריע לערנט אונז, ווי אַזוי מען קען דורך וו י נ ק ל ע ן אויס־מעסטען די גרויס און די ווייטקייט פון אַ געגענשטאַנד, צו וועלכען מען קען ניט צוקומען אָדער וועלכען מען קען ניט אויסמעסטען מיט די געוועהנליכע מאָסען פון לענג.

שטעלט זיך אָבער פאָר, אַז איהר שטעהט אויף איין בעשטימטען אָרט, נאָר דער באַרג אויף וועלכען איהר קוקט, ב ע וו ע ג ט ז י ך אין אַ געוויסער ריכטונג. דאַן וועט איהר דיעזע בעוועגונג בעמערקען נור דורך די ע נ ד ע ר ו נ ג ע ן פ ו ן ד ע ם ב אַ ר ג׳ס פּ אָ ז י־

צ י ע ס. דאָס מיינט מיט אַנדערע ווערטער, אַז די ו ו י נ נ ק ל ע ן, אין וועלכע איהר וועט איהם זעהן פון אייער שטענדיגען בעאָבאַכטונגסאָרט, פון אייער אָבסערוואַטאָריע, וועלען זיך בייטען. אויב דער באַרג וועט זיך דערווייטערען פון אייך, וועט ער זיך אויסווייזען אין אייערע אויגען אַלץ קלענער, און פערקעהרט, אויב ער וועט זיך דערנעהנטערען צו אייך, וועט ער ווערען אין אייערע אויגען אַלץ גרעסער. ווען איהר זאָלט דערביי קענען געאָמעטריע און אויך וויסען, אַז די בעוועגונגען פון דעם באַרג זיינען ר ע ג ע ל מ ע ס י ג, לאָמיר זאָגען, אַז יעדע סעקונדע וואַנדערט ער 100 פוס, דאַן וואָלט איהר אויך געקענט אויסרעכענען, ו ו י ה ו י ך ער איז און ו ו י ו ו י י ט ער געפינט זיך פון אייך אין אַ בעשטימטער צייט.

נאָר אָנשטאָט זיך פאָרצושטעלען, אַז אַ באַרג בעוועגט זיך אויף אונזער ערד אין אַ געוויסער ריכטונג, קענען מיר דאָך בעטראַכטען די הימלישע קערפּערס, וואָס זייערע בעוועגונגען קענען מיר בעמערקען מיט אונזערע נאַקעטע אויגען, אָדער נאָך בעסער, מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען און אַנדערע אינסטרומענטען, וועלכע זיינען ערפונדען געוואָרען און ווערען אַלץ אויסגעבעסערט און פּינקטליכער געמאַכט. אַז די בעוועגונגען פון די הימלישע קערפּערס זיינען זעהר רעגעלמעסיג, דאָס קענען מיר גאַנץ גוט וויסען אָהן שום אַסטראָנאָמיעס, ווען מיר נעהמען בלויז אין אַנבעטראַכט די בעוועגונגען פון דער לבנה, פון דער זון און פון די פּלאַנעטען, וועלכע מיר קענען זעהן מיט נאַקעטע אויגען.

אָט מיט דער הילפע פון די מיטלען, וועלכע אַסטראָנאָמען בעזיצען יעצט צו מאַכען מעסטונגען אויפ'ן הימעל, האָבען זיי אויך אויסגעפונען, אַז פיקסע שטערן זיינען אין דער אמת'ן גאָר ניט פיקס. די אורזאַכע, וואָרום מען וואָלט עס קיין מאָל ניט געקענט בעמערקען אפילו דורך געוועהנליכע טעלעסקאָפּען, איז וואָס די פיקסע שטערן געפינען זיך אונגעהויער ווייט פון אונז. אַפילו אין פערלויף פון טויזענד יאָהר וואָלט מען קוים געקענט בעמערקען אַן ענדערונג אין זייער רעספּעקטיווע אָדער פערהעלטניס־מעסיגע פּאָזיציעס. וועגען די ווייטקייטען פון די שטערן וועלען מיר רעדען אין אַ בעזונדערען קאַפּיטעל. דאָ וועלען מיר פערבייגעהענדיג בעמערקען, אַז עס זיינען פאַראַן אַזעלכע ווייטע שטערן, וואָס ווען זיי וואָלטען פּלוצלונג פערשוואונדען, וואָלטען מיר

דאס ערשטע געקענט בעמערקען אין טויזענדער און אפילו אין צעהנ־ליגע טויזענדער יאהרען ארום. די מייסטע פון די שטערן זיינען אזוי ווייט פון אונז, דאס מיט די בעסטע אסטראנאמישע אינסטרומענטע קען מען דאס גאר ניט אויסמעסטען.

נון, די אייגענע בעוועגונגען פון אזעלכע ווייטע שטערן, ווי שנעל דאס זאל ניט פארקומען אין דער ווירקליכקייט, מוזען זיך אונז אויס־דוכטען אין אונזערע אבסערוואטאריעס אזוי ווי ניט עקזיסטירענד אויף דעם הימלישען געוועלב. דערפאר אבער, ווען מען בעמערקט מיט דער הילפע פון די בעסטע אסטראנאמישע אינסטרומענטען, אז א געוויסער שטערן האט געענדערט זיין פאזיציע אין פערלויף פון אן יאהר בלויז אויף א טהייל פון א סעקונדע, בעדייטעט עס, אז אין דער ווירקליכקייט איז זיין בעוועגונג זעהר א שנעלע און אז ער האט אין דיע־זער צייט דורכגעריזט מיליאנען מיילען.

אן אפטישער ווינקעל פון א הונדערטעל פון א סעקונדע אויפ'ן הימעל־געוועלב שטעלט פאר אן אונגעהיירע שטרעקע. אזעלכע ווינקלען קען מען אפילו מיט גרויסע טעלעסקאפען ניט אונטערשיידען.

אום דער לעזער זאל האבען עפעס א בעגריף, וואס עס מיינט אזוינס א „ווינקעל פון א סעקונדע“ אין דער אסטראנאמיע, וועל איך דא איבערגעבען פאלגענדען ביישפיעל פון קאמיל פלאמאריאן אין זיין פאפולערער אסטראנאמיע:

די לבנה זעהען מיר אויף דער ערד אין א ווינקעל פון 31 מינוט און 8 סעקונדען. ווען איהר זאלט אנשטעלען א טעלעסקאפ אויף איין ברעג פון דער לבנה און נאכהער קירעווען דעם טעלעסקאפ אויף א שרויף צום אנדערען ברעג פון דער לבנה אויף איהר דיאמעטער (די ליניע דורך דעם צענטער פון איהר קרייז), וועט איהר געפינען, אז דער ווינקעל, וואס בילדעט זיך ביי דיעזען דרעהען פון טעלעסקאפ, איז שטענדיג דער זעלבער, אויף וועלכען פונקט פון דער ערד מיר זאלען זיך ניט געפינען. אסטראנאמען האבען מיט דער גרעסטער גענויאיגקייט אויסגעמאסטען דיעזע שיינבארע גרויסקייט פון לבנה־קרייז, אדער ווי מען רופט עס מיט איין ווארט: „דיסק“, און זיי האבען פעסטגעשטעלט, אז זיין דיאמעטער (דורכמעסער) פערנעהמט בלויז אזא טהייל פון א קרייז, וואס קארעספאנדעט צו א ווינקעל פון 31 מינוט און 8 סעקונדען.

נון, אַ מינוט איז אַ 60טעל טהייל פון אַ גראַד, און אַ גראַד איז אַ 360טעל טהייל פון אַ קרייז. אַ סעקונדע ווידער איז אַ 60טעל טהייל פון אַ מינוט. די 31 מינוט און 8 סעקונדען פון דער לבנה'ס דיאַמעטער זיינען אַלזאָ 1868 סעקונדען. ווען מען געפינט אויס אין אָבסערוואַטאָריעס, אַז די אייגענע בעוועגונג פון אַ שטערן בילדעט בלויז אַ „ווינקעל פון איין סעקונדע“ אין פערלויף פון אַ יאָהר, מיינט עס, אַז דיעזע ענדערונג אין דער פּאָזיציע פון דיעזען שטערן איז בלויז אַ 1868טער טהייל פון דעם שיינבארען דיאַמעטער פון דער לבנה. מיט אַנדערע ווערטער מיינט עס, אַז אום אַזאַ שטערן זאָל דורכמאַכען אַ רייזע אויף דעם הימלישען געוועלב אַזוי פיעל, וויפיעל עס פערנעהמט דער שיינבאַרער דיאַמעטער פון דער לבנה, דאַרף עס געדויערען גאַנצע 1868 יאָהר. אַזוי ווי אָבער די מייסטע שטערן ענדערן ניט זייערע פּאָזיציעס אין דער צייט פון אַ יאָהר אַפילו אויף איין סעקונדע, זאָ איז עס זעלבסטפערשטענדליך, ווארום זיי דוכטען זיך אונז אויס אויף דעם זעלבען פּונקט פון דעם הימלישען געוועלב (איינצעלהייטען און אייניגע רעכנונגען וועגען ווינקלען וועט דער לעזער געפינען אין דער ביילאַגע אַ).

אַט דער אויבענדערמאָהנטער שטערן „גרומברידזש 1830“ (אַזוי רופט מען איהם, ווייל אין דעם שטערן־קאַטאַלאָג פון דעם אַסטראָנאָם גרומברידזש איז ער פערשריבען אונטער דעם נומער 1830) צייכענט זיך אויס דערמיט, וואָס ער איבערטרעפט אַלע אַנדערע שטערן אין דער ש נ ע ל ק י י ט פון זיינע א י י ג ע נ ע בעוועגונגען. מען האָט אויסגעמאָסטען אַז ער ענדערט זיין פּאָזיציע אויף גאַנצע 7 סעקונדען אין אַ יאָהר צייט. דאָס מיינט, אַז ביז ער וועט ענדערן זיין פּאָזיציע אויפ'ן הימעל אַזוי פיעל, ווי די 1868 סעקונדען פון דעם שיינבארען דיאַמעטער פון דער לבנה, וועט עס דויערען ווי 1868 צוטהיילט אויף 7, אָדער אונגעפעהר 267 יאָהר, און ביז ער וועט קענען דורכמאַכען דעם גאַנצען קרייז

*) אַ קילאָמעטער איז 1000 מעטער. דאָס איז אונגעפעהר צ ו ו י י ד ר י ט ע ל פון אַן ענגלישע און אויך אַמעריקאַנישע מײל. אין דיעזען בוך וועלען מיר מייסטענס געברויכען די מעטרישע סיסטעם פון מאָסען און וואָגען, וועלכע איז שוין איינגעפיהרט געוואָרען אין די מייסטע ציוויליזירטע לענדער און וועלכע ווערט געוועהנליך געברויכט אין וויסענשאַפטליכע ביכער. ווער עס וויל זיך בעקענען מיט דיעזער סיסטעם, זאָל דורכלעזען די ביילאַגע ב.

אויפ'ן הימעל, ווי מיר זעהען עס די זון אין פערלויף פון א יאָהר, וועט עס נעהמען ניט וועניגער פון 185,000 יאָהר.

אין דער ווירקליכקייט איז אָבער די אייגענע בעוועגונג פון דעם דאָזיגען שטערן אזוי שנעל, אז אין א טאָג וואנדערט ער דורך 28 מי־ליאָן קילאָמעטער*), ווי אַסטראָנאָמען האָבען עס אויסגערעכענט. דאָס איז א שנעלקייט 10 מאָל גרעסער פאר דער שנעלקייט פון דער ערד אין איהר דרעהען זיך אַרום דער זון (די ערד וואנדערט טעגליך איבער צוויי און א האַלב מיליאָן קילאָמעטער).

דורך אזעלכע בעאָבאַכטונגען און מעסטונגען פון די בעוועגונגען פון פיקסע שטערן האָט מען אויך אויסגעפונען, אַז אונזער זון, וועל־כע איז אייגענטליך א גאַנץ קליינער שטערן אין פערגלייך מיט פיעלע אַנדערע, בעוועגט זיך אויך אין א געוויסער ריכטונג, מיטשלעפענדיג נאַטירליך אַלע איהרע בעגלייטערס, אַלע פלאַנעטען און די קאָמעטען.

קאפיטעל 10.

די אמת'ע בעוועגונג פון דער זון.

די אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען אָנגעפאנגען צו בעמערקען מיט דער הילפע פון זעהר קונציגע און גענויע מעסטונגס־אינסטרומענטען, אַז אויך די פיקסע שטערן בלייבען ניט אימער אויף איין אָרט, ווי מען האָט עס שטענדיג פריהער געגלויבט, נאָר ענדערען זייערע פּאָזיציעס אויפ'ן הימלישען געוועלב, ווי דאָס איז איבערגעגעבען געוואָרען אין פאָריגען קאפּיטעל, האָבען זיך געשטעלט דערביי געוויסע זעהר טיעפע און שווערע פראַגען, ספּעציעל די פראַגען, אויב די פיקסע שטערן דרע־הען זיך אַרום איין צענטער און אויב זייערע בעוועגונגען זיינען נאָר שיינבאָרע צוליעב דעם, וואָס אונזער זון טראָגט זיך אין א געוויסער ריכטונג.

עס פרעשטעהט זיך דאָך, אַז אויב די בעמערקטע בעוועגונגען פון פיקסע שטערן וואָלטען געצייגט א געוויסע רעגעלמעסיג־קייט אין זייערע ריכטונגען, וואָלט מען דערפון געמעגט שליסען,

אַז ערגעץ איז פאַראַן אין וועלט־רוים אַ פּונקט, מיט וועלכען זיי האָבען אַ געוויסע שייכות. ווען די שטערן וואָלטען זיך טאַקע נעצויגען אין געוויסע קרייזען ארום איין צענטער, וואָלטען אַסטראָנאָמען דאָס זיכער אויסגעפונען דורך זייערע בעאָבאַכטונגען און דורך מעסטונגען פון אַזעלכע בעוועגונגען.

מען האָט אָבער קיין שום רעגעלמעסיגקייט און צוזאמענהאַנג ניט געפונען אין דיעזע בעוועגונגען. יעדער שטערן טראָגט זיך אין אַ בעזונדער ריכטונג, גאַנץ אונאבהעניג פון די אַנדערע שטערן, ווי ווייט מיר קענען עס בעמערקען פון אונזערע אָבסערוואַטאָריעס אויף דער ערד. עס שיינט, אַז גראַדע די גרעסטע אונאָרדנונג הערשט אין די ריכטונגען פון דער שטערן־וועלט: איינער טראָגט זיך אַהין און דער אַנדערער אַהער, אָפט אין גאַנץ פערקעהרטע ריכטונגען. מען האָט דארום געשלאָסען און געמוזט שליסען, אַז עס גיבט ניט קיין אַלגעמיינער צענטראַל־פּונקט אין דער וועלט און אַז אַלעס בעוועגט זיך אין פערשיעדענע ריכטונגען. אויך די שנעלקייטען, מיט וועלכע די שטערן בעוועגען זיך, זיינען גאַנץ פערשיעדענע, וואָס עס פיהרט ווידער צום שלוס, אַז די אורזאַכען, וועלכע רופען אַרויס דיעזע בעוועגונגען, זיינען פערשיעדענע פאַר יעדען שטערן.

„די שטערן טראָגען זיך אַרום אין דעם וועלט־רוים עפּעס ווי שטויב אויף אונזערע וועגען", — שרייבט פלאַמאַריאָן אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע. „דאָס איז אַן אייביגער מיש־מאַש. די קענטניס פון די אייגענע בעוועגונגען פון שטערן קעהרט איבער מיט'ן קאָפּ אראָפּ אונזערע געוועהנליכע בעגריפע וועגען די אונבעוועגליכקייט פון די הימלען. די שטערן ווערען געטריבען אין אַלערליי ריכטונגען אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים, און די שטערן־וועלט, דער גאַנצער געבוי פון דעם קאָסמאָס, מאַכט דורך אייביגע מעטאַמאָרפאָזען (גלגולים, ענדערונגען), אַזוי ווי אונזער ערד".

לויט די שוין אויסגעמאָסטענע בעוועגונגען פון שטערן אין פערשיעדענע קאָנסטעלאַציאָנען, האָבען אַסטראָנאָמען אויסגערעכענט און פערצייכענט אויף קארטען, ווי אַזוי די זעלבע שטערן וועלען זיין גרופּירט אין צעהנדליגע און הונדערטע טויזענדע יאָהרען ארום. למשל, אויב מענשען וועלען נאָך „זינדיגען" אויף דער ערד אין 50 טויזענד יאָהר אַרום, וועלען זיי גאָר זעהן די 7 שטערן פון דעם

„גרויסען בער" אין דער פאָרמע פון א לאַנגען שלענגעל. מיט 50 טויזענד יאָהר צוריק, ערקלעהרען די זעלבע אסטראָנאָמען, האָבען די זעלבע שטערן אויסגעזעהן ווי אַ ק ר י י ץ. די גענענזייטיגע פּאָזיציעס פון דיעזע שטערן בייטען זיך ש ט ע נ ד י ג, נאָר מיר קענען עס ניט בעמערקען מיט אונזערע נאַקעטע אויגען.

אָבער אין דיעזען מיש־מאַש פון די אייגענע בעוועגונגען פון די שטערן האָט מען דאָך בעמערקט, אַז זיי שיינען צו ע ר ו ו י י ט ע ר ע ן ז י ך פ ו ן א י י ן פ ו נ ק ט, וועלכער געפינט זיך אין דער קאָנסטעלאציאָן „הערקולעס" (דיעזע שטערן־גרופּע קען מען גלייך אויסגעפינען מיט דער הילפע פון א שטערן־קארטע. איהר פּאָזיציע אויפ'ן הימלישען געוועלב איז צווישען די קאָנסטעלאציאָנען „לירא" און „קאָראָנא באָרעאַליס", מיט וועלכע מיר האָבען זיך בעקענט אין פּאַריגע קאפּיטלעך). אַט אין דיעזער ריכטונג צייגט זיך שוין ארויס א ג ע ו ו י ס ע ר ע ג ע ל מ ע ס י ג ק י י ט.

וואָס זאָל עס בעדייטען? פיעלע אסטראָנאָמען בעווייזען, אַז דאָס האָט גאָר צו טהאָן מיט דער א י י ג ע נ ע ר ב ע ו ו ע ג ו נ ג פ ו ן א ו נ ז ע ר ז ו ן. וואָס מעהר אסטראָנאָמישע בעאָבאכטונגען מען האָט געמאכט אין דיעזער ריכטונג, נעמליך: צו דער שטערן־גרופּע „הערקולעס", אַלץ פעסטער איז געוואָרען די איבערצייגונג, אַז אין דעם דאָזיגען פאַל זיינען דאָס נור ש י י נ ב אַ ר ע בעוועגונגען פון די שטערן אין אַ ג ע ג ע נ ג ע ז ע צ ט ע ר ר י כ ט ו נ ג צו דער אייגענער בעוועגונג פון אונזער זון.

די זון איז דאָך ניט מעהר ווי איינער פון די אונצעהליגע שטערן אין דעם וועלט־רוים. אלס אַ שטערן האָט זי אויך איהרע אייגענע בעוועגונגען, ניט שיינבארע, נאָר רעעלע. דיעזע בעוועגונגען קענען מיר אָבער ניט בעמערקען אויף אונזער ערד, ווייל מיר ווערען דאָך דערביי מ י ט ג ע ש ל ע פּ ט. דאָס איז ווי מיט די בעוועגונגען פון אונזער ערד. אזעלכע בעוועגונגען קענען מיר ניט זעהן און ניט פיהלען, ווייל מיר בעוועגען זיך דאָך אין יעדען מאָמענט צ ו ז א מ ע ן מ י ט ד ע ר ע ר ד.

דאָרום האָט מען עס שטענדיג געגלויבט, אַז די ערד זעלבסט איז אונבעוועגליך און אַז אַלץ דרעהט זיך אַרום איהר, ווי אַרום אַ צענטער, ביז דער שכל, שטיצענדיג זיך אויף גרינדליכע בעטראַכטונגען,

האָט בעוויזען, אַז דאָס איז פּונקט פּערקעהרט, אַז די טעגליכע בעוועגונגען פון דעם גאַנצען הימעל אַרום דער ערד זיינען בלויז שיינ־באַרע. היינט ווען מיר ווייסען, אַז די ערד דרעהט זיך שטענדיג אַרום זיך זעלבסט און אויך אַרום דער זון, קענען מיר אויך בעמערקען איהרע אייגענע בעוועגונגען דורך די שיינבאַרע ענדערונגען אין די פּאָזיציעס פון דער זון, פון די פּלאַנעטען און פון שטערן בכלל אויפ׳ן הימעל.

מען דאַרף אייגענטליך גאָר קיין אַסטראָנאָמיע ניט לערנען, אום צו פערשטעהן, אַז ווי באַלד די ערד דרעהט זיך אין אַ געוויסער ריכטונג, מוז אַלעס אַרום איהר אויף דעם הימעל אויסזעהן, ווי אַ בעווע־גונג אין אַ געגענגעזעצטער ריכטונג. דאָס איז פּונקט, ווי ווען מיר פאָהרען אויף אַן אייזענבאַהן־צוג. בשעת מיר זיצען אין אַ וואַגאָן, ווייסען מיר גאַנץ גוט, אַז די בעוועגונגען פון די לאַנד־שאַפטען אויף אונזער וועג זיינען בלויז שיינבאַרע, אָבער ווען מיר וואָלטען קיין שכל ניט געהאַט און זיך פערלאָזען בלויז אויף דעם, וואָס מיר זעהען מיט אונזערע אויגען, וואָלטען מיר טאַקע אָנגענומען, אַז דאָס זיינען ווירקליכע בעוועגונגען, אַז אַלעס אויף אונזער וועג לויפט פערביי אונז און פערשווינדעט.

נון, ווען מיר וואָלטען געקענט זעהען מיט אונזערע נאַקעטע אויגען וואָס אַסטראָנאָמען זעהען מיט טעלעסקאָפּען, וואָלטען מיר שוין לאַנג אויסגעפונען, אַז די בעוועגונגען פון די שטערן אין איין בע־שטימטער ריכטונג אויפ׳ן הימעל האָבען אַ געוויסע שייכות צו אונ־זער זון. ווען מען וואָלט בלויז בעמערקט די אייגענע בעוועגונג פון איין איינציגען שטערן, וואָלט מען ניט געקענט זאָגען בעשטימט, אַז דאָס קומט דערפון, וואָס דיעזער שטערן בעוועגט זיך טאַקע אַליין, אָדער אַז דאָס שיינט אונז נאָר אַזוי, ווייל די זון טראָגט זיך אין אַ געגענגעזעצטער ריכטונג. ווען אָבער מען האָט אויסגעפונען, אַז אַ גאַנץ גרויסע צאָהל שטערן טראָגען זיך אַרום טאַקע אין פערשיע־דענע ריכטונגען און אין דער זעלבער צייט בעוועגען זיי זיך דאָך אַלע אין איין געוויסער ריכטונג, דאַן האָט מען גע־מוזט שליסען, אַז אָט די בעוועגונג זייערע אין איין בעשטימטער ריכטונג קומט נאָר דערפון, וואָס אונזער זון בעוועגט זיך אין אַ געגענגעזעצטער ריכטונג.

אזוי איז עס טאקע אין דער ווירקליכקייט. דער גרויסער אסטראָ־נאָם הערשעל, וועלכער האָט אויך געמאכט גרינדליכע נאָכפאָרשונגען וועגען די זעלבסטשטענדיגע בעוועגונגען פון פיקסע שטערן אין פער־שיעדענע טהיילען אויף דעם הימלישען געוועלב, האָט בעשטימט, אַז זיי טראָגען זיך אלע אויף אַ וועג פון דער שטערן־גרופּע „הערקולעס“ אין נאָרד צו דער שטערן־גרופּע „ארגוס“ אין זיד. דערפון האָט ער געשלאָסען, אַז אונזער זון מוז זיך טראָגען אין אַ פערקעהרטער ריכטונג, נעמליך: אויף דעם וועג פון „ארגוס“ צום „הערקו־לעס“. אַלע אסטראָנאָמען נאָך איהם האָבען עס בעשטעטיגט מיט ווייטערע בעאָבאַכטונגען און רעכנונגען.

אָט אויף דיעזען אופן איז מען עס דערגאַנגען, אַז אונזער זון שטעהט אויך ניט אויף איין אָרט, נאָר זי פּאַלט, זאָ צו זאָגען, שטענדיג אין איין ריכטונג, נעמליך: צו אַ געוויסען פּונקט אין דער קאָנ־סטעלאַציאָן „הערקולעס“. אָהן אַ גרינדליכע נאָכפאָרשונג פון די בע־וועגונגען פון פיקסע שטערן וואָלטען מיר עס קיין מאָל ניט אויסגע־פונען. די שיינבאַרע בעוועגונגען פון אַלע שטערן אין איין בע־שטימטער ריכטונג ווייזען אַן אויף דער אייגענער בעוועגונג פון אונזער זון. אין דעם פאַקט האָט מען יעצט ניט דעם מינדעסטען צווייפעל אין דער אסטראָנאָמישער וועלט.

די שיינבאַרע בעוועגונגען פון אַלע שטערן אין דער ריכטונג פון דער שטערן־גרופּע „הערקולעס“ צו דער שטערן־גרופּע „ארגוס“ האָבען נאַטירליך גאָר ניט צו טאָן מיט זייערע אייגענע בעוועגונגען אין בע־שטימטע ריכטונגען. ווען מען וויל אויסמעסטען ווי גרויס עס איז די אייגענע בעוועגונג פון אַ שטערן, דאַרף מען לאָזען אָן אַ זייט זיין שיינבאַרע בעוועגונג, וועלכע איז דער רעזולטאַט, ווי אויבען גע־זאָגט, פון דער בעוועגונג פון אונזער זון.

אַזוי טהוט מען אויך מיט די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען. דאָס וואָס מיר זעהען, למשל, ווי דער „מאַרס“ מאַכט אַ קרייז אַרום דער ערד אַלע 24 שטונדען, דאָס האָט גאָר ניט צו טאָן מיט זיינע ווירקליכע בעוועגונגען. דער אויפגאַנג און אונטערגאַנג פון דיעזער פּלאַנעט איז דער רעזולטאַט פון דער ווירקליכער בעוועגונג פון דער ערד אַרום זיך זעלבסט אין אַ מעת לעת. די אייגענע בעוועגונגען

פון דעם „מאַרס“ זיינען גאָר אַזעלכע, אַז ער מאַכט זיין קרייז אויף דעם הימעל אין א ו נ ג ע פ ע ה ר צ ו ו י י י א ה ר צ י י ט.

אַלזאָ, די זון האָט איהר אייגענע בעוועגונג. זי פאַלט אָדער הויבט זיך (אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים איז ניטאָ קיין אונטען און קיין אויבען) אין אַ ב ע ש ט י מ ט ע ר ריכטונג. ווי ווייט מען האָט עס געקענט ביז יעצט אויסגעפינען, ציהט זיך דיעזע בעוועגונג אין אַ ג ל י י כ ע ר ל י נ י ע צו אַ פונקט אין דער קאָנסטעלאַציאָן „הער־קולעס“. נאָר עס קען זיין, אַז איהר וועג ליעגט אין אַזאַ אונגעהייער גרויסען ק ר י י ז, דאָס עס דוכט זיך אונז, אַז עס איז אַ גלייכע ליניע. די דאָזיגע בעוועגונג פון דער זון איז נאָך ניט אויסגעמאָסטען געוואָרען מיט אַסטראָנאָמישער גענויאיגקייט, נאָר מען ווייס, אַז זי איז אַן אונגעהייער שנעלע.

יעדע סעקונדע טראָגט זיך די זון צוזאַמען מיט אַלע פּלאַנעטען און קאָמעטען, צוזאַמען מיט אונז אויף דער ערד טויזענדע מיילען. וואָס וועט זיין דער סוף דערפון? וואו וועלען מיר אַמאָל, זאָ צו זאָגען, לאַנדען? וועט זי זיך אַלץ אַזוי טראָגען און גאָר ניט צוריק קעהרען? וועט זי זיך קיין מאָל ניט צוזאַמענשטויסען אויפ'ן וועג מיט אַן אַנדער שטערן? זיינען דען איהרע בעוועגונגען גאָר קיין פּעריאָדישע ניט? געפינט זי זיך גאָר ניט אונטער דעם איינפלוס פון אַן אַנדער שטערן אָדער פון אַ גרופּע שטערן? און וואָס טרייבט עס איהר גראַדע אין דער ריכטונג צום „הערקולעס“?

אויף דיעזע פראַגען גיט אונז די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט פאָרלויפיג קיין בעשטימטע אַנטוואָרט ניט. מיר שוועבען דאָ אין דונקעלהייט, עפּעס ווי אין אַ פאַנטאַסטישער וועלט.

פאַר אַ צוזאַמענשטויס מיט אַנדערע שטערן דאַרפען מיר זיך אָבער ניט שרעקען. די אַסטראָנאָמען פערזיכערען אונז, אַז עס האַלט נאָך גאַנץ ווייט דערפון און אַז דאָס קען זאָגאַר קיין מאָל ניט טרעפען. אָט ווי שנעל די בעוועגונג פון דער זון זאָל ניט זיין, בערוהיגען זיי אונז, געפינט זי זיך אָבער אַזוי ווייט פון די שטערן, צו וועלכע זי דערנעהנטערט זיך אַלץ, אַז עס וועלען פאַראיבער ווער ווייס וויפיעל מיליאָנען יאָהרען, ביז זי וועט זיי דערלאַנגען אַזאַ שלום־עליכם, אַז דאָס זאָל מאַכען אַ סוף פון אונזער היינטיגע זונען־וועלט. היינט, ווער ווייס, אפשר

ציהען זיך די נעקסטע שטערן אויף איהר וועג אויך אין דער זעלבער ריכטונג?

ווען מיר וועלען קריגען א שטיקעלע ידיעה וועגען די ווייטקייטען פון פיקסע שטערן, וועלען מיר אויך פערשטעהן, ווארום די אסטראָ־נאָמען שרעקען זיך גאָר ניט פאר א צוזאמענשטויס פון דער זון מיט אן אנדער שטערן. דאָס וועלען מיר בעטראכטען אין נעקסטען קאַ־פּיטעל.

קאפּיטעל 11.

די ווייטקייטען פון פיקסע שטערן.

ווי ווייט זיינען די שטערן פון אונז?

דאָס איז א פראגע, וועלכע איז געבליבען אן אָפענע ביז מיט א יאָהר 80 צוריק, ווען די אסטראָנאָמען סטרואווע און בעסעל האָבען געמאכט זייערע בעריהמטע מעסטונגען און געקענט בעווייזען מיט עכט־וויסענשאפטליכע גרינדליכקייט און פינקטליכקייט, אז גע־וויסע פיקסע שטערן ענדערן דאָך עפּעס זייערע רעספּעקטיווע פּאָזי־ציעס, אָדער ווי מען זאָגט עס אויף דעם עכט־אסטראָנאָמישען לשון, אז זיי ציינען א בעשטימטען „פּאראלאקס“.

אַלע פערזוכען וואָס אסטראָנאָמען האָבען געמאכט שוין נאָך דעם, ווי טעלעסקאָפּען זיינען ערפונדען און פערפאָלקאָמט געוואָרען, אום צו געפינען עפּעס אַן ענדערונג אין די געגענזייטיגע פּאָזיציעס פון אירגענד וועלכע פיקסע שטערן, זיינען געוועזן אומזאָנסט. ווער עס האָט געלעזען די געשיכטע פון אַסטראָנאָמיע, דער ווייס, אז דער שטארקסטער און וויכטיגסטער גרונד פאר דער אַלטער לעהרע, דאָס די ערד איז דער צענטער פון דער וועלט און בלייבט אונבעוועגליך, וועה־רענד אַלעס אַרום איהר דרעהט זיך — איז געוועזן דער פאקט, דאָס אונטער קיינע אומשטענדען האָט מען קיין מאָל ניט געקענט בעמערקען די מינדעסטע ענדערונגען אין די רעספּעקטיווע פּאָזיציעס פון אירגענד וועלכע פיקסע שטערן. אויב די ערד בעוועגט זיך טאקע, האָבען גע־טענה'ט זעהר גרויסע אסטראָנאָמען, למשל דער בעריהמטער טיכאָ דע

בראהע, שוין אַפילו נאָכדעם ווי קאָפּערניקוס'עס וועלט־איבערקעהרענדע לעהרע איז בעקאַנט געוואָרען, — טאָ ווי אַזוי קומט עס, אַז דאָס זאָל מען גאַר ניט קענען בעמערקען אין די רעספּעקטיווע פּאָזיציעס פון שטערן אויפ'ן הימעל? דארום מוז מען אנערקענען, אַז די ערד זעלבסט בלייבט שטענדיג אונבעוועגליך, האָבען זיי געשלאָסען.

דיעזע טענה וואָלט טאַקע געווען אַ גאַנץ ריכטיגע, ווען מען וואָלט געקענט בעווייזען, אַז די שטערן געפינען זיך גענוג נ אָ ה ע נ ט צו אונז. דער אמת איז אָבער, אַז זייערע ווייטקייטען זיינען אונגלויבליך ווייטע, ווי מיר וועלען עס זעהען. זאָ דאָס ווי די ערד זאָל זיך ניט דרעהען, מאַכט עס גאָר קיין א ו נ ט ע ר ש י ע ד ניט אין זייערע געגענזייטיגע פּאָזיציעס.

אום דער לעזער זאָל עס פערשטעהן, איז נויטהיג, אַז ער זאָל האָבען אַן אַלגעמיינעם בעגריעף, וואָס דאָס איז אַזוינס אַ „פּאַראַלאַקס“.

שטעלט זיך פאָר, אַז איהר געהט ביי נאַכט איבער פעלדער און דערזעהט פון דערווייטענס צוויי ליכט. ווי אַזוי קענט איהר וויסען פאַראויס, ו ו ע ל כ ע פ ו ן ז י י איז נעהענטער צו אייך? נאָך זייער שיין אַליין קענט איהר עס ניט בעשטימען. ווען, למשל, איין ליכט זאָל פון דערווייטענס שיינען העלער פאַר דער אַנדערער, איז עס נאָך אַלץ קיין בעווייז ניט, אַז די העלערע איז נעהענטער צו אייך., ווייל עס קען גאָר זיין אַז אין דער אמת'ן איז דאָס בלויז אַ ש ט אַ ר ק ע ר ע ר ל אַ מ פּ, וואָס ברענט אויף אַ פיעל גרעסערער ווייטקייט פון אייך, ווי די שוואַכע ליכט. ווען איין לאַמפּ זאָל שיינען צוויי מאָל אַזוי העל ווי אַ צווייטער, וועט זיך אייך נאַטירליך אויסדוכטען פון דערווייטענס, אַז ער איז נ ע ה ע נ ט ע ר צו אייך, וועהרענד אין דער ווירקליכקייט קענען ביידע ברענגען א י ן א י י ן פּ ו נ ק ט. אדער גאַנץ פערקעהרט, ווי דאָס דוכט זיך אויס.

עס פערשטעהט זיך, אַז איהר וועט עס פּאָזיטיוו אויסגעפינען, ווען איהר זאָלט צ ו ק ו מ ע ן צו דיעזע ביידע שיינענדע פונקטען. ווי איז עס אָבער, אַז איהר ק ע נ ט נ י ט צ ו ק ו מ ע ן א ה י ן — למשל, אַז אַ טייך האַקט אייך איבער דעם וועג — און איהר ווילט דאָך וויסען, וועלכער פון דיעזע שיינענדע פונקטען איז נעהענטער צו אייך?

אין אזא פאל בלייבט אייך אזא מיטעל: אוועקצוגעהן אביסעל אן א זייט, וואס עס מיינט צו ענדערן אייער אייגענע פאזיציע, און צו בעטראכטען דערביי די ענדערונגען אין די רעספּעקטיווע פּאזיציעס פון ביידע שיינענדע פונקטען. ווען איין שיינענדער פונקט ענדערט דאן זיין רעספּעקטיווע פּאזיציע שנעלער פאר דעם אנדערען, געווינט איהר דורך דעם די זיכערהייט, אז דאס איז טאקע דער נעהענטערער צו אייך. ווען, למשל, איהר בעמערקט ביידע שיינענדע פונקטען צוערשט צו אייער רעכטער האנד און דערנאך, אז איהר געהט אב עטליכע שריט אן א זייט, דערזעהט איהר ווי איינער שיינט פריהער צו דער לינקער האנד ווי דער אנדערער, דאן קריגט איהר א זיכערען בעווייז, וועלכער פון זיי איז אין דער ווירקליכקייט נעהענטער צו אייך.

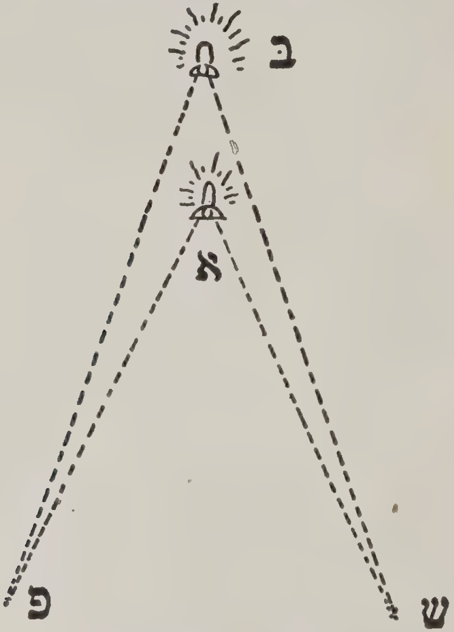
דעם זעלבען מיטעל קענט איהר אנווענדען צו דערגעהן די רעספּעקטיווע ווייטקייטען פון, למשל, צוויי בערג. עס איז אמת, אז דאס וועט אייך נאך ניט זאגען, ווי ווייט איהר געפינט זיך פון נעהענטסטען בארג, אבער איהר וועט פונדעסטוועגען אזוי דערגעהן, וועלכער פון זיי איז נעהענטער צו אייך און וועלכער איז ווייטער פון אייך.

אט אזעלכע דיפערענצען אדער אונטערשיעדען אין די רעספּעקטיווע פּאזיציעס פון א קערפּער רופט מען „פּאראלאקס“ (פון צוויי גריכישע ווערטער וואס זייער בעדייטונג איז: „עס זעהט אויס אנדערס“). אזוי איז די אלגעמיינע בעדייטונג פון דיעזען ווארט. אין דער אסטראנאמיע האט אבער דיעזער ווארט אויך א געוויסע בעשטימטע בעדייטונג, וועלכע איך מוז דא לאזען אן א זייט, ווייל מען מוז קענען כאטש אביסעל געאמעטריע, אום דאס ריכטיג צו פערשטעהן.

מיט דער הילפע פון דער צייכנונג נומ. 16 קען יעדער איינער לייכטער פערשטעהן דעם עיקר פון א פּאראלאקס. שטעלט זיך פאר, אז פון דעם ארט „פּ“ זעהט איהר ביי נאכט צוויי שיינענדע זאכען, לאמיר זאגען לאמפּען „א“ און „ב“. נור איהר קענט ניט בעשטימען פון ערשטען בליק, אדער איהר זייט ניט זיכער, וועלכע פון זיי איז נעהענטער צו אייך. דאן שטעלט אייך פאר, אז איהר

ענדערט אייער בעאָבאַכטונגס־פּאָזיציע אַזוי, אַז איהר גערט אריבער פון אָרט „פּ“ אין דעם אָרט „ש“. נאָך אַזאַ ענדערונג וועט איהר שוין דערזעהןביידע שיינענדע זאַכען אין אַ נ ד ע ר ע ריכטונגען, און גראַדע פּ ע ר ק ע ה ר ט צו דער ריכטונג פון אייער גאַנג.

בעטראַכט אויפמערקזאַם דיעזע איינפאַכע צייכנונג נומ. 16 : איהר זייט אַריבער פון „פּ“ אין „ש“, דאָס הייסט איהר זייט געגאַנגען פון



צייכנונג 16. — אַ פּאַראַלאַקס.

לינקס צו רעכטס, אָבער די שיינענדע זאַכען, וועלכע איהר האָט אָנ־פאַנג געזעהען צו דער ר ע כ ט ע ר האַנד, ווי אָנגעצייגט דורך די צוויי געשטריכעלטע ליניעס, ציהענדיג זיך פון „פּ“, וועט איהר שוין דערזעהן צו דער ל י נ ק ע ר האַנד, ווי אָנגעצייגט דורך די צוויי געשטריכעלטע ליניעס, ציהענדיג זיך פון אייער נייען בעאָבאַכטונגס־אָרט „ש“.

און דערצו נאָך וועט איהר דאַן דערזעהן, אַז דער שיין פון „א“ איז עטוואָס מ ע ה ר צו דער רעכטער האנד, ווי דער שיין פון „ב“. אין אַזאַ פאַל וועט איהר שוין גאָר אָהן שום אַסטראָנאָמיע און רעכנונ־גען וועגען פּאַראַלאַקסען שליסען, אַז די שיינענדע זאַך אין „א“ איז טאַקע נ ע ה ע נ ט ע ר צו אייך, ווי די שיינענדע זאַך אין „ב“.

אַזעלכע עקספּערימענטען מאַכען מיר, מעג מען זאָגען, אויף יעדען שריט, וואו נור מיר ווילען אדער מיר דאַרפען אויסגעפינען, וועלכע פון די זאַכען, וואָס מיר זעהען פון דער ווייטענס, זיינען נעהענטער צו אונז. ניט וויסענדיג גאָר פון אַזאַ וואָרט ווי „פּאַראַלאַקס“, בענוצען מיר זיך דאָך מיט די פּראַקטישע רעזולטאַטען פון אַזעלכע מעסטונגען פון ווייטקייטען דורך די ענדערונגען פון די רעספּעקטיווע פּאָזיציעס פון זאַכען.

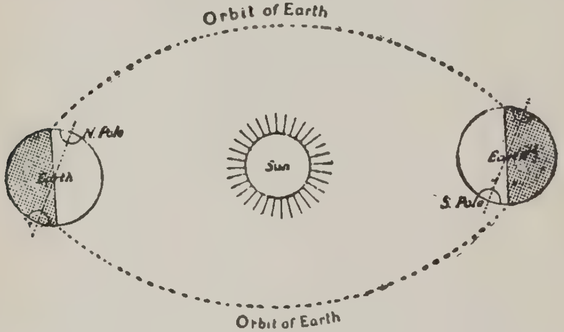
מיט אַנדערע ווערטער און אויך קירצער קענען מיר אין אַזאַ פאַל זאָגען, אַז דער ו ו י נ ק ע ל אין וועלכען מיר דערזעהען די שיינענדע זאַך אין „א“, געהענדיג פון „פּ“ ביז „ש“, איז א ג ר ע ס ע ר ע ר פאַר דעם ווינקעל, אין וועלכען מיר זעהען אונטער די זעלבע בעדינ־גונגען די שיינענדע זאַך אין „ב“, ווייל „א“ איז טאַקע נ ע ה ע נ ט ע ר צו אונז פאַר „ב“. (זעה וועגען דעם די ביילאַגע א).

אַזעלכע ו ו י נ ק ל ע ן ביי די ענדערונגען פון פּאָזיציעס זיי־נען עס אייגענטליך, מיט איין וואָרט געזאָגט, פּ אַ ר אַ ל אַ ק ס ע ן. וואָס ווייניגער זאַכען זיינען דערווייטערט פון אונז, אַלץ ווייניגער דאַרפען מיר ענדערען אונזערע בעאָבאַכטונגס־ערטער, אום צו דער־געהן, וועלכע פון זיי ליעגט נעהענטער צו אונז און וועלכע ווייטער.

נון, לאָמיר יעצט פּרובירען אָנווענדען דאָס אויבענגעזאָגטע אויף שטערן. וואו, אויף וועלכען ארט פון דער ערד מיר זאָלען זיך ניט געפינען און אין וועלכער צייט פון יאָהר מיר זאָלען ניט וואַר־פען אונזערע בליקען אויף א שטערן, וועלען מיר, ווי שוין אויבען אָנ־געוויזען, קיין שום ענדערונג ניט בעמערקען אין זיין פּאָזיציע אין פער־גלייך מיט די פּאָזיציעס פון אַנדערע פיקסע שטערן. שטענדיג וועלען מיר דערזעהן זיין שיין אויף דעם ז ע ל ב ע ן פּ ו נ ק ט פון הימעל. מען האָט דאַרום געשלאָסען, אַז פיקסע שטערן האָבען גאָר ק י י ן פּ אַ ר אַ ל אַ ק ס נ י ט.

אַזוי ווי די וויסענשאַפטליכע אַסטראָנאָמיע גיט פיעלע אונבעשטרייט־באַרע בעווייזע, דאָס די ערד זעלבסט בעוועגט זיך און בייט פאָלגליך איהרע פּאָזיציעס אין וועלט־רוים, מוז דאָך דערביי אויך פאָרקומען אַ געוויסע ענדערונג אין די רעספּעקטיווע פּאָזיציעס פון וועניגסטענס די נעהענטסטע שטערן צו אונז. אַז מיר בעמערקען עס ניט מיט אונזערע נאַקעטע אויגען און אַפילו ניט דורך געוועהנליכע טעלעסקאָפּען? איז דער תירוץ, אַז אַפילו די נעהענטסטע שטערן געפינען זיך אונגעהייער ווייט פון אונז.

אַט לאָמיר נעהמען די ווייטסטע צוויי פּאָזיציעס, וואָס מיר קענען האָבען, בלייבענדיג אויף אונזער ערד. די דאָזיגע צוויי פּאָזיציעס



ציי‌כנונג 17. — די פּאָזיציעס פון דער ערד, ווען די טעג און די נעכט זיינען גלייך.

זיינען די עקען פון דעם דיאַמעטער (דורכמעסער) פון דעם קייַלעכדיגען וועג אָדער אַסטראָנאָמיש געזאָגט: די אָרביט וואָס די ערד מאַכט אין איהר בעוועגונג אַרום דער זון.

אָבער ווי אַזוי קענען מיר גאָר בעשטימען אַזעלכע פּאָזיציעס? וועט דאָ דער לעזער פרעגען. גאַנץ איינפאַך: בעטראַכטענדיג אַ שטערן אויפ'ן הימעל יעדען האַלבען יאָהר.

מען דאַרף גאָר קיין אַסטראָנאָם ניט זיין צו פערשטעהן, דאָס ווי באַלד די ערד מאַכט אַ פולען קרייז אַרום דער זון אין פערלויף פון אַ יאָהר, מאַכט זי אַ האַלבען קרייז אין פערלויף פון אַ האַלב יאָהר. דאָס הייסט מיט אַנדערע ווערטער, אַז יעדען

האלבען יאָהר געפינט זיך די ערד אין אזעלכע פונקטען אויף איהר אָרביט, וועלכע זיינען ווייט איינער פון דעם אַנדערען, ווי די ל ע נ ג פון דעם ד ו ר כ מ ע ס ע ר פ ו ן ד י ע ז ע ר אָ ר ב י ט.

מיר וועלען נאָך האָבען צו ריידען וועגען דעם, ווען עס וועט אונז אויסקומען אין ווייטערע קאַפּיטלען אָבצושטעלען זיך אויף די בעוועגונגען פון דער ערד אַרום דער זון. דאָ וועלען מיר דערווייל פאַרשטעלען דורך אַן איינפאַכע צייכנונג (נומ. 17), וואָס עס איז די אָ ר־ ב י ט פון דער ערד און וועלכע זיינען איהרע צוויי ו ו י י ט ע ס ט ע פונקטען, אָדער די שטרעקע פון איהר ל ע נ ג ע ר ע ן דורכמעסער.

די אסטראָנאָמיע לערנט, ווי אַזוי צו בעשטימען ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון, און די מאַטעמאַטיק לערנט, ווי אַזוי א ו י ס צ ו־ ר ע כ ע נ ע ן ד ע ם ק ר י י ז, וואָס די ערד מאַכט אין איהר בעוועגונג אַרום דער זון. אַזוי ווי איך נעהם אָן, אַז די לעזער האָבען ניט געלערנט דעם אָנפאַנג פון געאָמעטריע, צומאָל ניט די געזעצע פון א דרייעק, איז דאָך איבעריג צו בעמערקען, אַז מיר בלייבט נאָר איבערצוגעבען דאָ די ר ע ז ו ל ט א ט ע ן פון דיעזע רעכנונגען.

די ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון איז אין רונדע ציפער 149 מיליאָן קילאָמעטער (דאָס איז 92 מיט א האַלב מיליאָן מייל). די ערד וואַנדערט אַרום דער זון מיט א שנעלקייט פון 2572 טויזענד קילאָמעטער א טאָג. די אָרביט איהרע אַרום דער זון איז 936 מיליאָן קילאָמעטער. אין יעדען מאָמענט געפינט זיך די ערד אויף א פונקט גראַדע געגענאיבער דעם אַנדערען פונקט פון דעם דורכמעסער פון דיעזער אָרביט מיט א ה א ל ב י אָ ה ר ש פּ ע ט ע ר, דאָס הייסט דערווייטערט אויף צ ו ו י י מ אָ ל די לענג פון דער ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון. די דאָזיגע לענג איז אונגעפעהר 298 מיליאָן קילאָמעטער (2 מאָל 149 מיליאָן קילאָמעטער).

ווען, למשל, די ערד געפינט זיך אויף א געוויסען פונקט פון איהר אָרביט אין דעם מעת לעת פון פֿהירלינג, בשעת עס איז 12 שטונדען טאָג און 12 שטונדען נאַכט — דאָס קומט אוים דעם 21טען מערץ און אויף ענגליש רופט מען עס „ווערנאַל עקווינאָקס“ (דער פריהלינגס־גלייכטאָג) און אויף לשון קודש: „תקופת ניסן“ — מוז זי זיך געפינען פונקט אַנטקעגען אויף דער אַנדער זייט פון דיעזער אָרביט מיט א ה א ל ב י אָ ה ר שפּעטער, אין דעם מעת לעת פון הערבסט, בשעת

עס איז ווידער 12 שטונדען טאָג און 12 שטונדען נאַכט — דאָס קומט אויס דעם 22טען סעפּטעמבער און אויף ענגליש רופט מען עס „אָטומ־נעל (הערבסטליכער) עקווינאָקס" (הערבסט־גלייכטאָג) און אויף לשון קודש : „תקופת תשרי".

די ווייטקייט פון אָט דיעזע צוויי פּונקטען (בעטראַכט צייכנונג 17) איז אויסגערעכענט געוואָרען פון אַסטראָנאָמען מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט, געווים פיעל פּ י נ ק ט ל י כ ע ר, ווי איהר קענט אויסמעסטען די לענג און ברייט פון אייער צימער מיט אַ יאַרד, וואָס איז צוטהיילט אין אינטשעס און אַפילו אין צעהנטלעד פון אַן אינטש. דיעזע ווייטקייט איז אין רונדע ציפער 298 מיליאָן קילאָמעטער.

אויף דער צייכנונג 17 איז פאָרגעשטעלט די זון אין מיטען פון דער קיילעכדיגער געשטריכעלטער ליניע, וועלכע איז ניט אַ ציר־קעל, נור אַן ע ל י פּ ס (דאס איז אונגעפעהר ווי מען זאל צודרי־קען מיט די הענד אַ רייף ביי די זייטען). ווי מיר ווילען עס לער־נען אין אַ שפּעטערן קאַפּיטעל מאכט דורך די ערד אין איהר יעהרלי־בער רייזע ארום דער זון אַן עליפּטישען קרייז. דיעזער וועג ווערט גערופען מיט'ן לאטייניש ען ווארט „אָרביט", וואס בעדייטעט טאקע קרייז.

די צוויי קליינע קרייזען אויף דער אָרביט שטעלען פאָר די ערד אין איהרע צוויי ווייטעסטע געגענזייטיגע פּאָזיציעס, ווי שוין גע־זאָגט, אין תקופת ניסן און תקופת תשרי, ווען די טעג און די נעכט זיינען גלייך. מיר האָבען אַגב אויך פאָרגעשטעלט אויף דיעזער צייכ־נונג 17 די ערשיינונג פון טאָג און נאַכט. אָט אויף דער העלפט פון דער ערד, וואָס ווערט בעלויכטען פון דער זון, איז עס זעלבסטפער־שטענדליך טאָג.

דאָס זיינען אויך, ווי שוין בעמערקט, די ווייטעסטע צוויי פּאָ־זיציעס, וואָס מיר קענען האָבען אויף דער ערד, ווייל מיר קענען זיך דאָך ניט אָפּרייסען פון איהר און בעוועגען זיך ווייטער, ווי איהר וועג אַרום דער זון.

יעצט שטעלט זיך פאָר, אַז איהר זייט אַן אַסטראָנאָם, וואָס שטעלט אַן א גרויסען טעלעסקאָפּ אויף אַ בעשטימטען שטערן אין אַ געוויסער מינוט פון 21טען מערץ און נאכהער פונקט א האלב יאָהר שפּעטער, אין א געוויסער מינוט פון 22טען סעפּטעמבער, אום אויסצוגעפינען,

אויב ביי אזא אונגעהייערע ענדערונג אין דער פּאָזיציע פון דער ערד (דאָס איז דאָך א מהלך פון 298 מיליאָן קילאָמעטער, אַ וווייטקייט וואָס מיר קענען גאָר ניט בענעהמען מיט אונזער שכל) האָט דיעזער שטערן ארויסגעוויזען עפּעס אַן ענדערונג אין ז י י ן רעספּעקטיווער פּאָזיציע אויפ'ן הימעל, אויב ער האט זיך עפּעס א רוק געטהאן רעכטס אדער לינקס פון אייער אויג.

ווי וועט עס זיין, אַז איהר וועט דאָך קיין שום פּאָזיציאָנס־ענדערונג ניט געפינען, אָדער מיט דעם אסטראָנאָמישען לשון, אויב איהר וועט ניט קריעגען קיין שום פּאַראַלאַקס? וואָס וועט איהר דאן זאָגען? ווי אַזוי וועט איהר זיך דאָס ערקלעהרען? וועט איהר דען ניט ענטפערען טאַקע פונקט, ווי די אַסטראָנאָמען טהוען עס, אַז דאָ האָט מען צו טאָן מיט אַזעלכע ווייטקייטען, וועלכע מען קען גאָר ניט מעסטען פון אונזער אָבסערוואַטאָריעס אויף דער ערד?

אָבער נאָך לאַנגע מאַטערגיסען און מאַסען בעאָבאַכטונגען אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר מיט די בעסטע אַסטראָנאָמישע אינסטרומענטען פון אונזער צייט איז עס ענדליך דאָך געלונגען אויסצומעסטען די פּאַראַלאַקסען פון אַ געוויסער צאָהל שטערן. דיעזע פּאַראַלאַקסען זיינען אַזוי קליין, אַז זיי ווערען גערעכענט אין טהיילען פון סעקונדע־ווינקלען (אין פאָריגען קאַפּיטעל האבען מיר שוין אָנגעוויזען, אַז די אַסטראָנאָמישע מאָס איז אַ ווינקעל).

ווי פיעל עס איז יעצט בעקאַנט, געפינט זיך דער נעהענטסטער שטערן, אונזער נעקסטער זעלבסט־שיינענדער שכן, אין דער זידליכער העלפט פון דעם הימלישען געוועלב. ער טראָגט דעם נאָמען „אַלפאַ סענטאַרי“ (דער ערשטער שטערן פון דער שוין אויבען־דערמאָהנטער קאָנסטעלאַציאָן „סענטאַרוס“). דער ענגלישער אַסטראָנאָם הענדערסאָן, וואָס האָט עס אויסגעפונען נאָך גענויע מעסטונגען אין דער גרויסער אָבסערוואַטאָריע פון קאַפּשטאַדט (זיד־אפריקא), האט אויסגערעכענט אַז דער פּאַראַלאַקס פון דיעזען שטערן איז ווייניגער פון אַ סעקונדע. אַנדערע אַסטראָנאָמען האָבען נאָכהער אויסגעפאָרשט דעם פּאַראַלאַקס פון דעם זעלבען שטערן און זיינען אויך געקומען צום שלום אַז דאָס איז טאַקע דער נעהענטסטער שכן פון אונזער זון.

ווייסט איהר אָבער וואָס אַזאַ פּיצינקער ווינקעלע בעדייטעט?

דאָס בעדייטעט אַ װ י י ט ק י י ט פון 20 מיליאָן מאָל מיליאָנען מײלען.

אַזעלכע װײטקייטען קענען מיר נאָר אַביסעל בעגרייפען, װען מיר פערגלײכען זיי מיט דער שנעלקייט פון דער פערשפּרייטונג פון ליכט־שטראַהלען. מיר װעלען דאָן אויך פערשטעהן, אַז װען אַ שטערן זאָל פּלוצלונג פערשװינדען, װעלען מיר דאָס קענען בעמערקען ערשט אין יאָהרען און יאָהרען אַרום.

קאַפּיטעל 12.

די נעהענטסטע שכנים פון דער זון.

װי פיעל עס איז ביז היינט צו טאָג געלונגען צו בעשטימען די װײטקייטען פון פיקסע שטערן אין די גרעסטע און בעסטע אָבסערװאַ־טאָריעס, איז עס פעסטגעשטעלט, אַז דער נעהענטסטער שטערן צו אונז איז „אַלפאַ סענטאַרי“, מיט װעלכען מיר האָבען זיך שוין בעקענט אביסעל אין אַ פריגען קאַפּיטעל.

נאָך זעהר גענויע בעאָבאַכטונגען און מעסטונגען האָבען אַסטראָ־נאָמען בעשטימט, אַז דיעזער נעהענטסטער שכן אונזערער צװישען די פיקסע שטערן אויף דער זידליכער העלפט פון אונזער הימלישען געװעלב האָט אַ „פּאַראַלאַקס פון 75 הונדערטלעד סעקונדע“, װאָס עס מיינט אויף אַ ניט אַסטראָנאָמישען לשון, אַז ער געפינט זיך אַזוי װײט פון אונז, װי 275 טויזענד מאָל די שטרעקע צװישען אונזער ערד און די זון (מיר װייסען שוין אַז דיעזע שטרעקע איז 149 מיליאָן קילאָמעטער). מולטיפּליצירט 275,000 אויף 149,000,000 װעט איהר אויסגעפינען, אַז דאָס איז אַ װײטקייט פון 41 טריליאָן קילאָמעטער.

אַזעלכע װײטקייטען קענען מיט ניט בענעמען מיט אונזער שכל. אַ טריליאָן איז לײכט אויסצורעדען און אויך אויסצושרייבען אין 13 ציפער (נעמליך: 1,000,000,000,000); אָבער פאַר אונזער מוח איז עס אייגענטליך נור אַ קלאַנג. מיר קענען קריעגען אַ שטיקעלע בעגריף, װאָס אַזעלכע װײטקייטען בעדייטען, װען מיר װעלען זיי ניט מעסטען מיט אַזעלכע פערהעלטניסמעסיג קליינע מאָסען װי אַ קילאָ־

מעטער אָדער אַ מייל, נאָר מיט דער שנעלקייט פון ליכט־שטראַהלען.

ווער עס האָט געלערנט פיזיקע, דער ווייס, ווי אזוי מען קען אויס־מעסטען די שנעלקייט פון א ליכט־שטראַהל, פון א בליץ למשל, אָדער פון זונען־שיין. מען האָט אויסגעפונען פערשיעדענע מיטעל צו מאַכען אַזעלכע מעסטונגען, און געלעהרטע פיזיקער האָבען עס טויזענדע מאָל אויספּרובירט. דער רעזולטאַט פון דיעזע אַלע פּראָבעס איז, אז די שנעלקייט פון אַ זונען־שטראַהל, ווי אויך פון א בליץ, און איבערהויפּט פון יעדען שיינענדען קערפּער איז 300 טויזענד קילאָמע־טער אין איין (1) סעקונדע.

אַגב וועלען מיר דאָ בעמערקען, אַז די אויסגעמאָסטענע שנעל־קייט פון ליכט ליפערט אַ זעהר לייכטען און זיכערען מיטעל אויס־צומעסטען די ווייטקייט פון דער ערד ביז דער זון. עס דויערט נעמליך 8 מינוט און 17 סעקונדען ביז אַ שטראַהל פון דער זון דערגרייכט צו דער ערד, און אַזוי ווי אַזאַ שטראַהל וואַנ־דערט 300 טויזענד קילאָמעטער אין איין סעקונדע, זאָ מאַכט ער דורך אַ רייזע פון 497 סעקונדען מולטיפּליצירט אויף 300,000 קילאָמעטער, — און דאָס איז אַ ווייטקייט פון 149 מיליאָן קילאָמעטער אין רונדע ציפער — ביז ער דערגרייכט צו אונזער ערד. מען האָט אויך אַנדערע וועגען אויסצורעכענען מיט עכט־אַסטראָנאָמישער פּינקטליכקייט די ווייטקייט צווישען די ערד און די זון, אַ ווייטקייט וואָס איז דער גרונד פון אַלע אַנדערע מעסטונגען און רעכנונגען מכח שטערן; אָבער דאָס וועלען מיר לאָזען פיר אַ ווייטערן קאַפּיטעל.

ווען מען ווייס שוין אַז אַ שטראַהל וואַנדערט דורך 149 מיליאָן קילאָמעטער צווישען די זון און די ערד אין 497 סעקונדען, דאַרף מען בלויז קענען איינפאַכע אַריטהמעטיק, אום אויסצורעכענען, וויפיעל ער דאַרף דויערען אַ שטראַהל דורכצוואַנדערען די שטרעקע פון דעם שטערן „אַלפאַ סענטאַרי“ ביז צו אונזערע אויגען אויף דער ערד. אַזוי ווי די דאָזיגע ווייטקייט איז ניט וועניגער ווי 275 טויזענד מאָל די שטרעקע צווישען די ערד און די זון, זאָ דאַרף עס דויערען 275,000 מאָל 497 סעקונדען, ביז אַ שטראַהל פון דיעזען שטערן וועט דערגרייכען צו אונזער ערד. די צאָהל פון אַזוי פיעל סעקונדען איז אונגעפעהר 4 יאָהר און 3 און אַ האַלב מאָנאַט.

יעצט קענען מיר שוין לייכטער בענעמען, וואָס עס מיינט אַזאַ אונגעהייערע ווייטקייט. דאָס מיינט, אַז בשעת מיר קוקען אויף דעם „אַלפאַ סענטאַרי“, זעהען מיר נאָר די דאָזיגע שטראַהלען זיינע, וועלכע ער האָט אַרויסגעלאָזען פון זיך מיט 4 און א קנאַפּען דריטעל יאָהר צוריק. דאָס הייסט אויך, אַז ווען עס זאָל עפּעס טרעפען אַזאַ סיבה מיט דעם דאָזיגען שטערן, בשעת מיר בעטראַכטען איהם: אַז ער זאָל פערשווינדען, זיך פערקירעווען אויף אַן אַנדער אָרט, אָדער אויסגעלאָשען ווערען, וועלען מיר האָבען צו וואַרטען גאַנצע 4 יאָהר און 3 מיט אַ האַלב מאָנאַט, איידער מיר וועלען עס קענען בעמערקען. סטאַרעט זיך, לעזער, פאַרצושטעלען, וואָס עס הייסט אַ ווייטקייט פון 41 טריליאָן קילאָמעטער, ווען אַ שטראַהל וואָס לויפט מיט דער שנעלקייט פון 300 טויזענד קילאָמעטער אין אַ סעקונדע, קען ערשט דורכלויפען דיעזע שטרעקע אין 4 און אַ קנאַפּען דריטעל יאָהר צייט!

אָט אַזוי ווייט זיינען מיר עס פון אונזער נעהענטסטען שכן אין דער שטערן־וועלט, היינט ווי ווייט זיינען מיר שוין פון די פיקסע שטערן, וואָס זייערע פּאַראַלאַקסען אָדער ענדערונגען אין די פּאָזיציעס, ווי דאָס איז ערקלערט געוואָרען אין פריגען קאַפּיטעל, האָט מען נאָך בשום אופן ניט געקענט בעמערקען?

די צאָהל פון אַזעלכע פיקסע שטערן, וואָס זייערע פּאַראַלאַקסען האָט מען נאָך לאַנגע מאָטערניסען אין אָבסערוואַטאָריעס געקענט בעשטימען, איז גאַנץ קליין, סך הכל אַ צוואַנציג. דאָס זיינען אונזערע נעהענטסטע שכנים פון דער שטערן־וועלט. זייערע ווייטקייטען ווערען געוועהנליך אויסגעדריקט מיט דער צאָהל פון יאָהרען, וואָס עס דאַרף דויערען ביז זייער שיין קען דערגרייכען צו אונז.

ווען נור עס געלינגט צו בעמערקען די מינדעסטע ענדערונג אין דער רעספּעקטיווער פּאָזיציע פון אַ שטערן, קען מען שוין בעשטימען זיין פּאַראַלאַקס, און ווען מען געפינט דאָס אויס, דאַן איז עס גאַנץ לייכט אויסצורעכענען זיין ווייטקייט, ווען מען לערנט מאַטעמאַטיק.

אַלס ביישפּיעל קען דיענען די אויבען־אויסגערעכענטע ווייטקייט פון „אַלפאַ סענטאַרי“, וואָס צייגט אַ פּאַראַלאַקס פון 75 הונדערטעלער סעקונדע נאָך די דורכשניטליכע בעאָבאַכטונגען פון גרויסע אַסטראָ־

נאָמען. די פּאַראַלאַקסען פון די ביז יעצט אויסגעמאָסטענע פיקסע שטערן זיינען אַלע ווענינער פון אַ סעקונדע.

מיר ווילען דאָ ברענגען נאָך אַ ביישפּיעל. צווישען די קליינע צאָהל שטערן, וואָס זייערע פּאַראַלאַקסען זיינען אויסגעמאָסטען געוואָרען מיט דער הילפע פון די העכסט פּינקטליכע אַסטראָנאָמישע אינסטרומענטען, געפינט זיך אויף דער פּאָלאַר־שטערן. זיין פּאַראַלאַקס איז ניט מעהר ווי 89־טויזענדלעך פון אַ סעקונדע. אַזאַ קליינער פּאַראַלאַקס מיינט, אַז זיין ווייטקייט פון אונז איז 2318 טויזענד מאָל מעהר ווי די ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון. ווען איהר וועט מולטיפּליצירען 2,318,000 אויף 149,000,000, וועט איהר אויסרעכענען דיעזע ווייטקייט אין קילאָמעטער, נעמליך: 344 טריליאָן קילאָמעטער. מעסטענדיג אָבער דיעזע ווייטקייט מיט דער שנעלקייט פון ליכט (300 טויזענד קילאָמעטער אין אַ סעקונדע), מאַכט עס אויס 36 מיט אַ האַלב יאָהר. דאָס מיינט, אַז עס דויערט גאַנצע 36 און אַ האַלב יאָהר, ביז אַ שטראַהל פון דעם פּאָלאַר־שטערן קען דער־גרייכען צו אונזערע אויגען.

אויף דעם זעלבען אופן האָט מען אויסגערעכענט, אַז דער שיין פון „סיריוס" דאַרף דויערען קנאַפּע צעהן יאָהר ביז מיר קענען איהם דערזעהן. זאָל פּלוצלונג דיעזער גלענצענדסטער שטערן פער־שווינדען, וועלען מיר דערפון געוואָהר ווערען ערשט אין צעהן יאָהר אַרום, ווייל אין יעדען מאָמענט, ווען מיר קוקען אויף זיין פּראַכטפאָלען פונקעלדיגען שיין, זעהען מיר בלויז די שטראַה־לען, וואָס זיינען אַרויס פון איהם מיט צעהן יאָהר צוריק.

ווען מיר זאָלען רעכענען די צייט פון דורכרייזען אַזעלכע ווייט־קייטען מיט די שנעלקייטען, וועלכע מענשען קענען דערגרייכען מיט אונזערע מעכאַנישע מיטעל, דאַן מוז מען איהר צעהלען אין מיליאָ־נען יאָהרען. אָט, למשל, דער נעהענטסטער שכן אונזערער „אַלפאַ סענטאַורי". ווען איין אייזענבאַהן־צוג זאָל אַרויספאָהרען פון אונזער זון מיט אַ רעגעלמעסיגער שנעלקייט פון 60 קילאָמעטער אַ שטונדע און זאָל זיך אויף איין סעקונדע ניט אָבשטעלען, וועט ער אָנקומען אויף דעם „אַלפאַ סענטאַורי" ערשט אין 77 מיליאָן יאָהרען אַרום.

מען האָט געמאַכט פיעלע פּערזוכען צו געפינען די ווייטקייטען

פון די העלסטע שטערן, אבער מעהר ווי פון „אלפא סענטארי“, „סי־ריוס“, „קאפעלא (די ציעג)“, „וועגא“, „ארקטורוס“, פראסיאן (פון דער גרופע „קליינער הונד“), „אלדעבאראן“ (פון מזל שור) און אל־טאיר האט מען ניט געקענט בעשטימען. פון די אויסגעמאסטענע 20 נעהענטערע שטערן, איז דער ווייטעסטער איינער, וואס טראגט דעם נאמען „גרומברידזש 1830“, וועגען וועלכען שטערן עס איז אויך גערעדט געווארן אין א פאריגען קאפיטעל. ער איז אזוי „נאהענט“ צו אונז, אז זיין שיין דארף וואנדערן 72 און א האלב יאהר, ביז ער דערגרייכט אונזער ערד.

אלע אנדערע שטערן, חוץ די אויסגעמאסטענע, זיינען שוין ווייטער ווי די ווייטקייט פון א שטראהל, וואס וואנדערט מעהר פון 72 יאהר מיט דער שנעלקייט פון 300 טויזענד קילאמעטער אין א סע־קונדע. זיי זיינען אלזא ווייטער פון אונז וועניגסטענס 15 מאל מעהר פאר דעם נעהענטסטען שכן אונזערען „אלפא סענטארי“.

פון אזעלכע אונגעהייערע, מען מעג זאגען, אונערמעסליכע ווייט־קייטען מוז מען שליסען, אז ריעזע שטערן זיינען אויך אונגעהויער גרויס, ניט דער ערד גרעסער פאר אונזער זון. מיר זעהען זיי בלויז אלס שיינענדע פינטלאך. אבער ווען אזעלכע גלענצענדע שטערן פון ערשטער מאגניטיוד, ווי למשל „סיריוס“ אדער „קאנאפוס“ (דער נעבג־סטער אין גלאנץ נאך „סיריוס“) שטראהלען אזוי שטארק פון אזעלכע אונגעהייערע ווייטקייטען, מוז מען דאך שליסען, אז אין דער ווירק־ליכקייט זיינען זיי ריעזיגע זונען. אט „קאנאפוס“ פונקעלט אזוי ווייט פון אונז, אז מען האט נאך אלץ ניט געקענט קריעגען זיין פאראלאקס. היינט ווי גרויס דארף ער זיין, ווען ער גלאנצט אזוי העל פון אן אונערמעסליכער ווייטקייט?

אסטראנאמען האבען אויך פרובירט אויסרעכענען די ג ר ו י ס־ק י י ט פון אזעלכע שטערן. דער שלוס, צו וועלכען זיי זיינען גע־קומען וועגען, למשל, „קאנאפוס“, איז אז ער איז אונגעפעהר אזוי פיעל מאל גרעסער פאר אונזער זון, וויפיעל מאל די זון איז גרעסער פאר דער ערד. מיר וועלען נאך האבען צו רעדען אויספיהרליך וועגען די זון און די ערד אין ווייטערע קאפיטלעך, נור דא וועט ניט זיין אי־בעריג איבערצוגעבען, אז דער דיאמעטער פון דער זון איז 108½ מאל גרעסער פאר דעם דיאמעטער פון דער ערד; אז די זון האט אן אומ־

ציכנונג 18.—די גרויס פון „קאַנאָפּוס“ אין פערגלייך מיט אונזער זון (די ווייסע פינטעלע).

פֿאַנג אָדער פערנעהמט אַזוי פיעל רוים, ווי אַ 1,280,000 ע ר ד ע ן (זעה צייכנונג נומ. 18). היינט וואָס פאַר אַ פּיצעלע איז עס אונזער ערד אין פערגלייך מיט'ן קאָנאָפּוס! אַסטראָנאָמען זיינען אויך דערגאַנגען, אַז ער שיינט אַזוי ווי 18 ט ו י ז ע נ ד זונען צוזאַמען!

און מיר מענשען האָבען נאָך געגלויבט און זיך איינגעשפּאַרט אין אונזער גדלות, אַז אונזער ערד, אַ שטויב אין דעם וועלט־רוים, איז עס דער צענטער פון דער וועלט!

אין ווייטערע איינצעלהייטען וועגען אַזעלכע, טאַקע באמת ווייטע וועלטען, קענען מיר זיך דאָ ניט אַריינלאָזען. מיר וועלען דערוויילע נאָך אויפמערקזאַם מאַכען דעם לעזער, אַז בשעת ער דערלאַנגט אַ בליק אויפ'ן הימעל, זעהט ער די שטערן נ י ט ווי זיי זיינען אין דעם דאָזיגען מאָמענט, נאָר ווי זיי ה אָ ב ע ן ג ע ל ו י כ ט ע ן מיט יאָהרען פ ר י ה ע ר. ווי באַלד עס נעמט איבער 4 יאָהר, ביז מיר קענען דערזעהען אַ שטראַהל פון אפילו דעם נעהענטסטען שטערן צו אונז, פון „אַלפאַ סענטאָרי“, פערשטעהט זיך עס דאָך, אַז די שטראַהלען פון אַלע אַנדערע פיקסע שטערן, וועלכע מיר זעהען אויפ'ן הימעל, זיינען פיעל ווייטערע. ווען „אַלפאַ סענטאָרי“ זאָל פּלוצלונג פערשווינדען, וועלען מיר דאָס ערשט קענען בעמערקען נאָכדעם, ווי איהרע ל ע צ ט ע ש ט ר א ה ל ע ן וועלען דערגרייכען צו אונז אין 4 יאָהר מיט 3½ מאָנאַט שפּעטער. מאַנכע שטערן געפינען זיך אַזוי ווייט פון אונז, אַז זייערע שטראַהלען דערגרייכען צו אונז זאָגאַר אין ט ו י ז ע נ ד ע יאָהרען אַרום. אַפילו אונזער זון דערזעהען מיר אויך ניט אין דעם זעלבען מאָמענט, ווען זי געהט אויף, נאָר מיט 8 מינוט און 17 סעקונדען ש פּ ע ט ע ר, ווייל אַזוי פיעל צייט דויערט עס, ביז איהרע שטראַהלען וואַנדערן דורך די 149 מיליאָן קילאָמעטער, וועלכע טהיילען איהר אָפּ פון אונזער ערד.

מיט איין וואָרט, מיר זעהען שטענדיג פאַר אונזערע אויגען ניט אַ געגענווערטיגע שטערן־וועלט, נאָר אַ פּ ע ר ג אַ נ ג ע נ ע, אַזעלכע ווי זי האָט געגלענצט מיט יאָהרען פריהער, מיט הונדערטע און זאָגאַר מיט טויזענדע יאָהרען צוריק.

קאפיטעל 13.

וואנדערנדע שטערן.

לאמיר זיך יעצט צוריק־קעהרען פון די ווייטעסטע זונען־וועלטען אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים, וואוהין מיר זיינען פערטראגען געווארען, נאכפאלגענדיג די בעאבאכטונגען, רעכנונגען, השערות און ספעקולאציעס פון די אסטראנאמען אין אונזערע צייטען פון פאזיטיווע וויסענשאפטען און טעכנישע ערפינדונגען — צו די אמאליגע שטערנזעהער, וועלכע האבען ניט געוואוסט און ניט געקאנט וויסען מעהר, ווי זיי האבען עס געזעהען מיט זייערע נאקעטע אויגען.

קוקענדיג גאנץ אפט אויפ'ן הימעל, אום זיך צו בענוצען מיט די פאזיציעס פון דער זון, פון דער לבנה און פון די שטערן בכלל פשוט אלס וועגווייזערס, ווי אויך אלס זייגערס, האבען אונזערע אור־אור־עלטערן, אפילו ווען זיי האבען זיך געפונען אויף א ניעדעריגערער קולטור־מדרגה, ווי די היינטיגע ווילדע שטאמען, געמוזט בעמערקען, אז צווישען די „שטערן אהן א צאהל" געפינען זיך אייניגע אזעלכע, וועלכע זיינען עפעס אן אויסנאהמע פון כלל ספעציעל דערמיט, וואס זיי בלייבען ניט שטעהנדיג אויף איין פאזיציע, נור זיי *וואנדערן* צווישען אנדערע שטערן און מאכען אזוי דורך *געוויסע קרייזען* ארום דער ערד *אין בעשטימטע צייטען*.

אזעלכע שטערן האט מען נאטירליכערווייזע אנגעהויבען צו רופען „וואנדערנדע". מיר רופען זיי יעצט געוועהנליך „פלאנעטען" (פון א גריכישען ווארט, וואס בעדייטעט: „וואנדערער").

נאכשפירענדיג אלץ מעהר און שארפער די וואנדערונגען פון דיעזע שטערן, וועלכע ווארפען זיך אויך אין די אויגען מיט זייער בעזאנדערן גלאנץ, האבען די פארצייטיגע מענשען געמוזט אויסגעפינען ניט נור, אז זיי אונטערשיידען זיך אין די *שנעלקייטען* און פעריאדען פון זייערע בעוועגונגען אויפ'ן הימעל, זאנדערן אויך, אז אמאל גלענצען זיי פאר־נאכט, *פריהער* איידער די אנדערע שטערן בעווייזען זיך, און אמאל פאר־טאג, בשעת די זון האלט ביי'ן אויפגעהן אדער אונטערגעהן.

אזעלכע שטערן האבען עס געקראגען די נעמען „אבענדשטערן" אדער „מארגענשטערן". עס האט גענומען וועק ווער ווייס ווי פיעל יאהרען,

ביז די פארצייטיגע שטערנזעהער זיינען, נאָך זאָרגפעלטיגע בעאָבאַכ־טונגען, דערגאנגען, אז למשל די גלענצענדסטע פון אַלע פּלאַנעטען, וועלכע איז געקרוינט געוואָרען מיט'ן נאָמען „ווענוס" (די געטין פון פריהלינג, ליעבע און שעהנהייט אין דער גריכיש־רוימישער וועלט) און וועלכע ווערט אויף העברעאיש גערופען „נוגה", ערשיינט אין געוויסע מאָנאַטען פון יאָהר אַלס „אבענדשטערן" און אין אַנדערע מאָנאַטען — אַלס „מאָרגענשטערן".

שליסליך האָט מען פעסטגעשטעלט, אז עס זיינען פאראנען בלויז פ י נ ף אַזעלכע וואנדערנדע שטערן, וועלכע זיינען, לויט זייערע פּאָזיציעס געגענאיבער די זון, אַבענדשטערן אָדער מאָרגענשטערן. מען האָט אויך בעשטימט אַזוי גענוי, ווי דאָס איז מעגליך געווען פאר שטערנזעהער אָהן טעלעסקאָפּען, ווי פ י ע ל צ י י ט עס נעהמט יעדער פון זיי צו מאַכען אַ קרייז אויפ'ן הימעל, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, ווי פיעל ער דויערט זיי צו וואנדערן פון מ ע ר ב צ ו מ ז ר ח ארום דער ערד, אַזוי ווי די לבנה מאַכט עס דורך אין פערלויף פון אַ מאָנאַט.

זעהענדיג ווי די וואנדערענדע שטערן געהען אויף און געהען אונטער יעדען טאָג אַזוי ווי די זון, אַלץ אין דער ריכטונג פון מ ז ר ח צ ו מ ע ר ב, האָבען אַמאָליגע שטערנזעהער אויסגעפונען, אַז אין דער זעלבער צ י י ט בעוועגען זיי זיך אויך אין אַ פּונקט פ ע ר ־ ק ע ה ר ט ע ר ר י כ ט ו נ ג, פון מערב צו מזרח, אַזוי ווי דאָס טהוט די לבנה, וועלכע געהט, זאָ צו זאָגען, צ ו ר י ק, אָדער אַסטראָנאָמיש גערעדט, ר ע ק ו ל י ר ט אונגעפעהר אַלע 30 טעג.

אַזעלכע בעוועגונגען קען מען בעמערקען, ווען מען בעטראַכט די פּאָזיציעס פון אַ פּלאַנעט אין פערגלייך מיט די פּאָזיציעס פון די פיקסע שטערן אין פערלויף פון אַ געוויסער צאָהל אבענדען. למשל, ווען מען זאָל זיך איין אַבענד אָנמערקען די פּאָזיציע פון דער פּלאַנעט מאַרס, וועלכע מען קען פערהעלטניסמעסיג לייכט אונטערשיידען דורך איהר ר ו י ט ע ן שיין, אין דער נאַכבאַרשאַפט פון אַ בעקאַנטע שטערנ־גרופּע, לאָמיר זאָגען לעבען די פּלעיאַדען אָדער לעבען מזל תאומים (און ווער עס האָט נור איין מאָל בעטראַכט דיעזע קאָנסטעלאַציאָנען לויט די אָנווייזונגען אין די ערשטע קאַפּיטלען, וועט זיי שוין שטענ־דיג שנעל דערקענען), און נאָכהער נאָכשפּירען איהר מאַרש בלויז אַ

פאאר וואכען כסדר, וועט מען ניט פערפעהלען צו בעמערקען, אז זי איז אַ ב ג ע ט ר אַ ט ע ן פון דיעזע פיקסע שטערן.

ווען מען זאָל עטליכע מאָנאַט נאָכאַנאַנד נאָכשפּירען די בעוועגונ־גען פון דיעזער פּלאַנעט, וועט מען אויך בעמערקען געוויסע אונרעגל־מעסיגקייטען, נעמליך: אין געוויסע אַבענדען וועט זי בלייבען אויף איין אָרט, אין אַנדערע אַבענדען פערקירעווען עפּעס צ ו ר י ק. נעמ־ליך: פון מזרח נאָך מערב, אָבער שליסליך וועט זי דאָך פאָרטזעצען איהר מארש צווישען די פיקסע שטערן אין איהר געוועהנליכער ריכ־טונג, נעמליך: פון מערב נאָך מזרח, אָט אַזוי ווי עס ר ע ק ו ל י ר ט אַלץ די לבנה פון מאָנאַט צו מאָנאַט, אָבוואָהל מיר זעהען איהר דאָך יעדע 24 שטונדען מאַכענדיג די רייזע אַרום אונזער ערד אין דער ריכ־טונג פון מזרח צו מערב (דאס איז די אורזאך, ווארום די לבנה געהט אויף יעדען אבענד ש פּ ע ט ע ר, אדער פערשפּעטיגט).

און ווען איהר, ליעבער לעזער, זאָלט אַלץ נאָכשפּירען די בעוועגונגען פון דיעזען רויטען וואַנדערנדען שטערן אין פערלויף פון אַזאַ צייט, ביז איהר זאָלט איהם ווידער דערזעהען לעבען די פּלעיאַדען אָדער לעבען אנדערע פיקסע שטערן, וועלכע איהר האט זיך אנגעמערקט בשעת איהר האָט געמאַכט אייער ערשטע בעאָבאַכטונג, וועט איהר אויסגעפינען, אַזוי ווי די שטערנזעהער אין גרוי־אַלטע צייטען האָבען עס אויסגעפונען, אז דאָס דויערט ארום צ ו ו י י י אָ ה ר. אָט דעם הימלישען קרייז וואס עס נעהמט דער לבנה דורכצומאכען אין איין מאָ־נאַט, נעהמט עס דעם מאַרס דורכצומאַכען אין קנאַפּע 24 מאָנאַט.

אויף דעם גרונד פון אייניגע מאָנומענטען, וועלכע מען האָט געפונען ביי אויסגראָבונגען אין די עלטעסטע ציוויליזאַציאָנס־צענטערס פון אזיען און אַפריקאַ, נעמליך: אין אשור, בבל און מצרים, ווי אויך אויף דעם גרונד פון אַלטע כינעזישע שריפטען, האָבען געלעהרטע פאָרשער פעסטגעשטעלט, אַז וועניגסטענס מיט 4000 יאָהר צוריק האָט מען שוין אויסגעשטעלט די וואַנדערנדע שטערן אין אַ בעשטימטער אָרדנונג לויט די פּ ע ר י אָ ד ע ן, וואָס עס דויערט זיי צו מאַכען א קרייז אויפ'ן הימעל פון מערב צו מזרח.

צו די וואַנדערנדע שטערן האָט מען דאַמאָלס צוגערעכענט אויך די זון און די לבנה און מען האָט זיך פאָרגעשטעלט דעם בוי־פּלאַן אָדער סיסטעם פון דער גאַנצער וועלט, ווי אויף דער צייכנונג נום. 19.

אין *צענטער* די *ערד* און אַרום איהר אין אַלץ ווייטערע ספערען (אויף העברעאיש: גלגולים) אָדער, ווי מען פלעגט עס אויך זאָגען, הימלען די 7 וואַנדער־שטערן (שבעה כבבי לכת), נאכהער אַ ספערע פון פיקסע שטערן, צוויי ספערען פון קריסטאַל (ערשטער און צווייטער קריסטאַלענער הימעל; דאָס האָט מען צוגעגעבען פיעל שפּעטער, אום צו קענען ערקלערען אַ געוויסע זעהר לאַנגזאַמע שיינבאַרע בעוועגונג פון דער גאַנצער פיקסער שטערנוועלט, וועגען וועלכער עס וועט זיין די רעדע, ווען מיר וועלען בעטראַכטען די פערשיעדענע בעוועגונגען פון אונזער ערד קוגעל), און איבער זיי אַלעמען האָט עס געשוועבט די געהיימניספאָלע קראַפט, וועלכע האָט עס געבראַכט אין בעוועגונג דעם גאַנצען וועלט־מעכאַניזם. דאָרטען, אין דעם עלפטען הימעל, האָט מען זיך פאָרגעשטעלט, געפינט זיך עס וואָס מען האָט גערופען אויף לאַטיין „פרימום מאָבילע" און וואָס עס מיינט די *ערשטע בעוועגונג*. *)

אויף דער שפּראַך פון רעליגיאָן האָט עס געהייסען, אַז דאָרט רוהט גאָט אַלס דער בורא פון דער וועלט. מען האָט אויך דיעזע אויבערסטע וועלט גערופען „עמפּירעאום" (פון גריכישע ווערטער, וועלכע בעדייטען: „אין פייער") און מען האָט אָנגענומען, אַז דאָרט זיצט עס גאָט

*) די אידישע אַסטראָנאָמען, דענקער און פּאָעטען אין מיטעלאַלטער האָבען גערעכענט נור *צעהן ספערעס* אָדער גלגולים, און נעמליך אין פאָלגענדער אָרדנונג, ווי דאָס איז אָנגעגעבען אין אבן גבירול'ס פּאָעמע „כתר מלכות", וועלכע געפינט זיך אויך אין מחזור פאַר יום כפור: 1) ירח (לבנה), 2) ככב (מערקור), 3) נגה (וועגוס), 4) חמה, 5) מאדים (מאַרס), 6) צדק (יופּיטער), 7) שבתי (סאַטורן), 8) גלגול מזלות (דאָס איז אויך די ספערע פון אַנדערע פיקסע שטערן), 9) גלגול המקיף און 10) גלגול השכל.

אַלס „גלגול המקיף" דאַרף מען רעכענען דעם „פּרימום מאָבילע", *די ערשטע בעוועגונגס־קראַפט* פון די גריכיש־לאַטייניש און מיטעל־אַלטערליכע קריסטליכע אַסטראָנאָמען. נור איבער אַלע ספערען אדער הימלען, אויך איבער דער „פּרימום מאָבילע", האָבען שוין די מיטעלאַלטערליכע אידישע פילאָזאָפען, ווי דאָס איז אויך צו שליסען פון די שריפטען פון רמב"ם און פון יהודה הלוי, זיך פאָרגעשטעלט גראַדע דעם *שכל* אָדער די *אינטעליגענץ*. עס איז אַזוי, נאָך *זייער* שכל, אויסגעקומען, אַז *אַלעס* איז אַרויס פון דער *אינטעליגענץ* אַלס די *שעפּפערישע* קראַפט, אַלס „אָנפאַנג פון אַלע אָנפאַנגען".

אויף זיין טראָן, אַרומגערינגעלט פון די מלאכים, הייליגע און אויסגע־לייטערטע נשמות, מיט איין וואָרט, דער גן־עדן.

אַט דיעזע וועלט־אָרדנונג, דיעזע הימלישע אַרכיטעקטור, זאָ צו זאָ־גען, איז עס געבליבען אָנגענומען ביי אַלע ציוויליזירטע פעלקער ביז דעם 17טען און זאָגאַר 18טען יאָהרהונדערט פון דער קריסטליכער צייטרעכ־נונג. דאָס איז די ג ע אָ צ ע נ ט ר י ש ע סיסטעם („געאָ" איז אַ

ציכנונג 19. — די געאָצענטרישע אדער פּטאָלעמעאישע סיסטעם.

גריכיש וואָרט, וואָס מיינט: ערד), וואָס טראָגט אויך דעם נאָמען „פּטאָלעמעאישע" נאָך דעם נאָמען פון דעם גריכישען מאטעמאטיקער, אַסטראָנאָם און געאָגראַף קלאַודיוס פּטאָלעמעאוס, וועלכער האָט אָנ־געשריעבען זיין גרויס ווערק מיט אַ יאָהר 130 פאַר די קריסטליכע צייטרעכנונג. מען רופט עס געוועהנליך מיט'ן אַראַבישען נאָמען „אַל־

מאַגעסט" (ענגליש אויסגעשפּראָכען „אַלמאַדזשעסט"), פון אַ וואָרט וואָס בעדייטעט „דאָס גרעסטע". דאָס איז געווען דער לעהר־בוך פון אַסטראָנאָמיע אויך אַ לאַנגע צייט נאָכדעם ווי קאָפּערניקוס און אַנדערע האָבען שוין בעוויזען מיט פערשיעדענע ראיות און רעכנונגען, אַז דיעזע לעהרע איז אַ פאַלשע און אַז די ערד איז ניט דער צענטער פון דער וועלט, נור אַ טהייל פון דער זונען־סיסטעם, בלויז אַזאַ פּלאַנעט ווי די אַנדערע, וועלכע דרעהען זיך אין פערשיעדענע פּעריאָדען ארום דער זון אַלס זייער צענטער. דיעזע וויסענשאַפטליכע אַסטראָנאָמישע סיסטעם ווערט דעריבער גערופען „העליאָצענטרישע", („העליאָ" איז אַ גריכיש וואָרט, וואָס מיינט: זון).

אָננעהמענדיג מיט רעכט, אַז וואָס לענגער עס נעהמט אַ פּלאַנעט צו מאַכען אַ קרייז אויפ'ן הימלישען געוועלב, אַלץ ווייטער מוז זי זיין פון דער ערד, האָבען די פּאַרצייטיגע שטערנזעהער אויסגעשטעלט די 7 וואַנדערנדע שטערן, די „שבעה ככבי לכת" מיט'ן לשון פון אונזערע תלמודישע אַסטראָנאָמען, אין פאָלגענדער אָרדנונג:

סאַטורן אָדער שבתאי*): מאַכט אַ קרייז אין 30 יאָהר.
יופּיטער אָדער צדק: מאַכט אַ קרייז אין 12 יאָהר.
מאַרס אָדער מאדים: מאַכט אַ קרייז אין 2 יאָהר.
די זון: מאַכט אַ קרייז אין 1 יאָהר.
ווענוס אָדער נוגה: מאַכט אַ קרייז אין 1 יאָהר.
מערקור אָדער כוכב: מאַכט אַ קרייז אין 1 יאָהר.
די לבנה: מאַכט אַ קרייז אין 1 מאָנאַט.

מיט דער צייט אָבער, אַז מען האָט געמאַכט מעהר בעאָבאַכטונגען און מען האָט אויך ערפונדען געוויסע מעסטונגס־אינסטרומענטען, ווי למשל די אַסטראָלאַביע (פון די גריכישע ווערטער: „אַסטראָ" — שטערן און „לאַביאָן" — נעהמען), האָט מען זיך אויך אַלץ מעהר אָרומגעזעהען, אַז די בעוועגונגען פון די נעהענטערע פּלאַנעטען מערקור און ווענוס זיינען עפּעס גאָר ניט אַזוי רעגעלמעסיג, ווי פון די

*) ווי אַזוי די אידען האָבען אָנגערופען די פּלאַנעטען אין ביבלישע צייטען, דאָס ווייס מען ניט בעשטימט. די תלמודיסטען, וועלכע האָבען פלייסיג שטודירט דעם „אַלמאַגעסט" אַזוי ווי די אַראַבער, האָבען אָנגענומען און איינגעפיהרט אָט אַזעלכע נעמען.

ווייטערע פּלאַנעטען. זייערע וואַנדערונגען האָבען עפּעס געהאַט בע־זאָנדערע וועגען. היינט ווייס מען מיט מאַטעמאַטישער זיכערהייט און גענויאיגקייט, װ א ר ו ם דאָס איז אַזוי; מען האָט אויסגעפונען אַז דאָס איז ניט נור דעריבער, ווייל ביידע דיעזע פּלאַנעטען דרעהען זיך אַזוי ווי די אַנדערע אַרום דער זון, זאָנדערן אויך ווייל זייערע קרייזען ציהען זיך צ װ י ש ע ן די ערד און די זון, אָדער מיט אַנ־דערע ווערטער, ווייל זיי געפינען זיך נ ע ה ע נ ט ע ר צו דער זון, ווי אונזער ערד קוגעל. אָבער ווען מען האָט עס ניט געוואוסט און מען האָט אַלץ געזוכט איינצושפּאַנען די גאַנצע שטערן־וועלט אין קרייזען אַרום דער ערד, האָט מען געהאַט שוועריגקייטען צו בעשטימען גענוי די צייט פון זייערע ענדערונגען און מען האָט גאַנץ אָפט געמוזט ענדערן און קאָרעגירען די אַסטראָנאָמישע טאַבעלען.

צוליעב דעם האָבען פּיעלע אַסטראָנאָמען אָנגעהויבען צו דענקען, אַז מערקור און װענוס דרעהען זיך אויך אַרום דער זון, וועלכע שלעפּט זיי מיט אין איהר יעהרליכער בעוועגונג אַרום דער ערד. אָבער אונטער דעם איינפלוס פון די גרעסטע גריכישע אַסטראָנאָמען, ווי היפּאַרכוס און פּטאָלעמעאוס, האָט מען אַפילו אויפגעהערט צו טראַכטען וועגען אַזעלכע „אויסעראָרדענטליכע“ בעוועגונגען, ביז דער געניאַלער קאָ־פּערניקוס איז, נאָך לאַנגיעהריגע קאָפּברעכענעס און אויסרעכנונגען, ענדליך געקומען צום שלוס, אַז ניט נור די פּלאַנעטען מערקור און װענוס דרעהען זיך אַרום דער זון, זאָנדערן אַלע אַנדערע פּלאַנעטען, דאַרונטער אויך אונזער ערד.

אונז וועט נאָך אויסקומען זיך אָפּצושטעלען אויף דיעזער, זאָ צו זאָגען, וועלט־איבערקעהרענעס, אַז איבערקעהרענעס יעדענפאַלס אין די מוחות, אויף דער ה ע ל י אָ צ ע נ ט ר י ש ע ר אָדער קאָפּערני־קאַנישער סיסטעם אין געגענזאַץ צו דער ג ע אָ צ ע נ ט ר י ש ע ר אָדער פּטאָלעמעאישער סיסטעם, ווען מיר וועלען אין אַ ווייטערען קאַפּיטעל בעטראַכטען די בעוועגונגען פון דער ערד. דאָ וועלען מיר דערווייל איבערגעבען, אַז אום צו ערקלערען די א ו נ ר ע ג ע ל מ ע ס י ג ק י י־ט ע ן, וועלכע מען קען אויך בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען אין די בעוועגונגען פון פּלאַנעטען, האָבען די גריכישע מאַטעמאַטיקער און אַסטראָנאָמען אויסגעטראַכט אַ סיסטעם פון זאָ־גענאַנטע ע פּ י ס י ק־ל ע ן (פון די גריכישע ווערטער „עפּי“ — איבער, „קיקלאָס“ —

[stamp]

קרייז). זיי האָבן זיך פאָרגעשטעלט, אַז די פּלאַנעטען בעוועגען זיך אין אַזעלכע קרייזען, וואָס זייערע צענטערס בעוועגען זיך איבער קרייזען ארום דער ערד. פּטאָלעמעאוס האָט ענטוויקעלט אין זיין בוך דעם דאָזיגען זעהר קאָמפּליצירטען מעכאַניזם, וועלכער איז ערפונדען געוואָרען פון דעם גרויסען גריכישען מאַטעמאַטיקער אַפּאָלאָניוס אין אַלעקסאַנדריע אַרום דעם סוף דריטען יאָהרהונדערט פאַר דער קריסט־ליכער צייטרעכנונג.

ווען מען זאָל זיך פאָרשטעלען אַ רעדעל, וואָס איהר אַקס דרעהט זיך אַרום אַ ראָד בשעת דיעזע ראָד דרעהט זיך אַרום איהר אַקס, וועלען מיר קריגען עפּעס אַ בעגריף וועגען דער דאָזיגער סיסטעם פון עפּיסיקלען. דיעזע סיסטעם איז געווען אַזוי געקינסטעלט, אַזוי קאָמפּליצירט און קאָפּברעכענד, אויסערדעם וואָס די אויסרעכנונגען וועגען די בעוועגונגען האָבען דאָך אַלץ ניט געשטימט מיט דער ווירק־ליכקייט, מיט די אמת'ע בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען, — אַז עס האָבען זיך אויך אין די פינסטערסטע צייטען פון מיטעלאַלטער גע־פונען מאַנכע טיעפע דענקער, וועלכע האָבען אָנגעהויבען עפּעס צו צווייפלען, אַז גאָט זאָל האָבען בעשאַפען די וועלט מיט אַזוי פיעל קריי־זען איבער קרייזען, מיט אַזעלכע געדריידעלטע און געקינצעלטע מע־כאַניזמען. מען דערצעהלט וועגען דעם, אַז דער שפּאַנישער קעניג אַלפאָנסאָ דער צעהנטער, וועלכער האָט געלעבט אין 13טען יאָהרהונ־דערט (געשטאָרבען אין 1284) און וועלכער האָט געלערנט אַסטראָנאָ־מיע ביי די אַראַבער, האָט געהאַט דעם מוטה אויסצורופען אויף אַן אסיפה פון ביסקופען, אַז ווען גאָט וואָלט ביי איהם געפרעגט אַן עצה ווי צו בעשאַפען די וועלט, וואָלט ער איהם געראַטהען צו מאַכען עס איינפאַכער, ניט אַזוי קאָמפּליצירט.

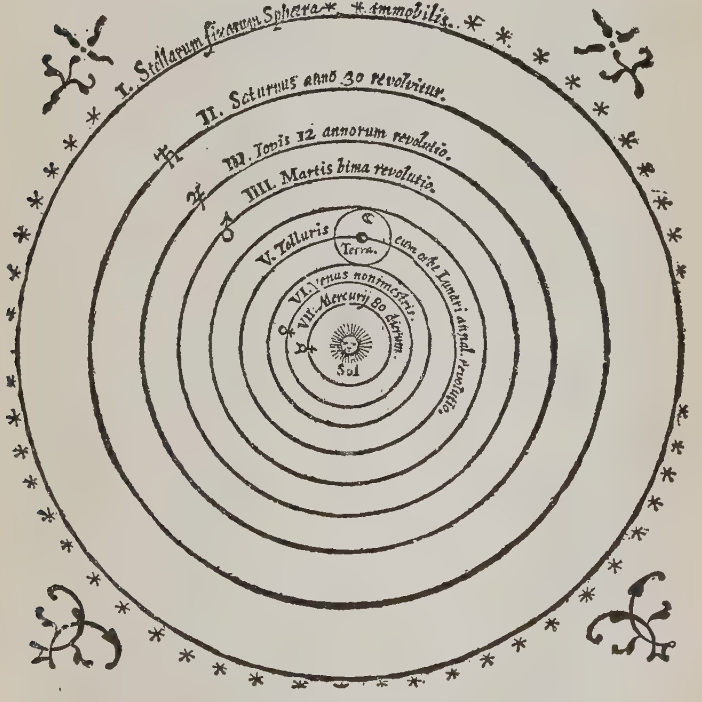
מיט אַ יאָהר 250 שפּעטער האָט זיך טאַקע געפונען אַזאַ גרויסער אַסטראָנאָם און טיעפער דענקער, וועלכער האָט ניט סתם בעהויפּטעט אַזוי ווי למשל א ר י ס ט אַ ר כ ו ס פון סאַמאָס*) און מאַנכע

*) דיעזער גרויסער אַסטראָנאָם האָט געלעבט אין דריטען יאָהרהונדערט פאַר די קריסטליכע צייטרעכנונג. מען רעכענט, אַז ער האָט עס דער ערשטער זיך דערטראַכט, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון, און מען דערצעהלט, אַז דערפאַר האָט מען איהם בעשולדיגט אין אַפּיקורסות, דאָס „ער שטערט די רוהע פון די געטער“.

אַנדערע גריכישע פילאָזאָפען, אז די ערד אליין בעוועגט זיך אַרום דער זון, נור ער האָט עס טאַקע גרינדליך בעוויזען אין א ווערק, וואָס ער האָט אָנגעשריעבען אין לאַטיין און וואָס איז ערשיענען קורץ פאַר זיין טויט אין 1543 אונטער דעם נאָמען:

De Revolutionibus Orbium Celestium.

דאס איז געווען ניקאָלאַס קאָפּערניקוס.



צייכנונג 20.—די העליאָצענטרישע סיסטעם, ווי קאָפּערניקוס האָט עס אַליין געצייכענט.

ווי אזוי דיעזער פוילישער גלח האָט זיך פאָרגעשטעלט די „רע־וואָלוציאָנען פון די הימלישע קרייזען“, צייגט די צייכנונג נומער 20.

וועלכע איז אַ גענויע קאָפּיע פון זיין אייגענער אין זיין וועלט־איבער־קעהרענדען בוך.

מיר זעהען, אַז ער האָט אויך פּערציייכענט אין רעגעלמעסיגע קריי־זען די פּלאַנעטען לויט די צייטען, וואָס עס נעהמט זיי צו מאַכען זייע־רע רייזען אויף דעם הימלישען געוועלב, נור מיט דער ז ו ן אַ ל ס צ ע נ ט ע ר. די שטערן־צייכענס אַרום דעם לעצטען קרייז אויף צייכ־נונג 20 שטעלען פאָר די פיקסע שטערן־וועלט, דעם זאָ־גענאַנטען פיר־מאַמענט.

ווי דאָס איז איבערגעגעבען אין קאַפּיטעל 9, האָבען אַסטראָנאָמען גאָר ניט לאַנג צוריק אויסגעפונען מיט דער הילפע פון די בעסטע טע־לעסקאָפּען און מעסטונגס־אינסטרומענטען, אַז די זאָ־גענאַנטע פיקסע שטערן האָבען זייערע אייגענע בעוועגונגען. אין קאָפּערניקוס'עס לע־בענסצייט האָט זיך קיינעם ניט געחלומ'ט וועגען פּערגרעסערונגס אָדער ערווייטערונגס גלעזער. ערשט אַרום 66 יאָהר נאָך זיין טויט האָט מען אָנגעשטעלט אַ טעלעסקאָפּ אויפ'ן הימעל. ווער עס זאָל ניט האָבען ערפונדען דעם טעלעסקאָפּ (*, אָבער עס איז זיכער, אַז דער געניאַלער איטאַליענער ג אַ ל י ל ע אָ האָט דער ע ר ש ט ע ר זיך בענוצט מיט אַזאַ אינסטרומענט, וועלכען ער האָט צוזאַמענגעשטעלט אין 1609, אום צו בעטראַכטען די שטערן־וועלט.

אין דעם צווייטען, דריטען און פיערטען קרייזען (נאָך די פיקסע שטערן) האָט קאָפּערניקוס געשטעלט די פּלאַנעטען ס אַ ט ו ר ן, י ו ־ פּ י ט ע ר און מ אַ ר ס, אַזוי ווי אויף דער צייכנונג 19 לויט דער פּטאָלעמעאישער סיסטעם. נור נאָכדעם האָט ער שוין אָנשטאָט די זון געשטעלט אונזער ערד מיט דער לבנה אין אַ קרייז אַרום איהר אַלס איהר בעגלייטער. נאָכהער פאָלגען די קרייזען פון וועגוס און מער־קור, און אין צענטער שטראַהלט די זון.

אַזוי איז עס טאַקע לויט אַלע בעאָבאַכטונגען און אויסרעכנונגען פון אַלע געלעהרטע אַסטראָנאָמען אין אונזערע צייטען. נור מיט דער היל־פע פון אַלץ בעסערע אינסטרומענטען און גענויערע מעסטונגען האָט מען ניט נור פּינקטליכער בעשטימט די פּעריאָדען פון די וואַנדערונ־

*) זעה דעם קאַפּיטעל 49 און די ביילאַגע I.

גען פון די אלט־בעקאַנטע פּלאַנעטען, זאנדערן מען האָט אויך אויס־געפונען אַ סך נ י י ע.

די פּלאַנעטען ווערען צוטהיילט אין א י נ ע ר ל י כ ע און א ו י ־ ס ע ר ל י כ ע. די אינערליכע זיינען מערקור, ווענוס, די ערד און מאַרס. און די אויסערליכע זיינען יופּיטער, סאַטורן, אוראַנוס און נעפּטון. צווישען דיעזע צוויי גרופּען דרעהען זיך אַ סך קליינע הימלישע קער־פּערס, וועלכע טראָגען דעם אַלגעמיינען נאָמען „פּלאַנעטאָאידען“ אָדער „אַסטעראָאידען“. רעספּעקטיוו צו דער ערד זיינען נור מערקור און ווענוס אינערליכע פּלאַנעטען, ווייל זייערע אָרביטען ציהען זיך צ ו ו י ־ ש ע ן די ערד און די זון. אַלע אַנדערע זיינען שוין ווייטער פון דער זון, ווי די ערד.

אויסער די 5 אַלט־בעקאַנטע פּלאַנעטען, וועלכע וואַרפען זיך אין די אויגען מיט זייער גלאַנץ, ווייסען מיר היינט פון נאָך 2 גרויסע און פון אַרום 500 קליינע, וואָס זייער שיין קען מען בעמערקען נור דורך טעלעסקאָפּען.

די ווייטעסטע פון אַלע בעקאַנטע פּלאַנעטען טראָגט דעם נאָמען נעפּטון. זי מאַכט איהר רייזע אַרום דער זון אין קנאַפּע 165 יאָהר. נור שטיצענדיג זיך אויף געוויסע זעהר טיעפע אַסטראָנאָמישע רעכנונ־גען, קומען אייניגע אַסטראָנאָמען צום שלוס, אַז זי איז נאָך אַלץ ניט די לעצטע פון אונזער זונען־סיסטעם און אַז וויניגסטענס נאָך איינע דרעהט זיך אַזוי ווייט פון דער זון, אַז מיט קיינע פון אונזערע היינטיגע טעלעסקאָפּען קען מען איהר שוין ניט דערשפּירען.

* * *

מיר ווען יעצט איבערגעהען צו אַ בעטראַכטונג פון יעדער פון די גרויסע פּלאַנעטען בעזונדער אין דער אָרדנונג פון זייערע ווייטקייטען פון דער זון, אָנפאַנגענדיג פון די נעהענטערע, וועלכע מאַכען נאַ־טירליכערווייזע זייערע קרייזען אין וועניגער צייט, נעמליך:

מערקור וואַנדערט אַרום דער זון אין 88 טעג.

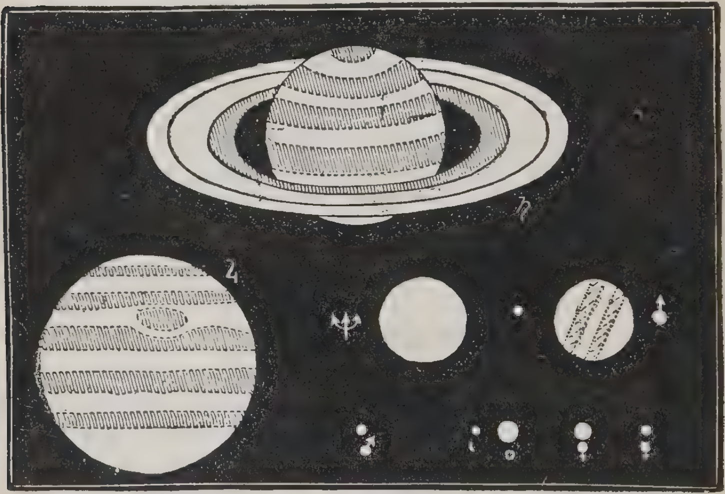
ווענוס וואַנדערט אַרום דער זון אין 226 טעג.

מאַרס וואַנדערט אַרום דער זון אין 1 יאָהר און 321 טעג.

די פּלאַנעטאָאידען וואַנדערען אַרום דער זון אין פערשידענע פּע־ריאָדען.

יופּיטער וואַנדערט אַרום דער זון אין 11 יאָהר און 313 טעג.

סאטורן וואַנדערט אַרום דער זון אין 29 יאָהר און 167 טעג.
אוראַנוס וואַנדערט אַרום דער זון אין 84 יאָהר און 7 טעג.
נעפּטון וואַנדערט אַרום דער זון אין 164 יאָהר און 284 טעג.
ווי גרויס זיי זיינען אין פערגלייך מיט דער ערד, צייגט די צייכ־נונג 21. די גרעסטע פּלאַנעט איז יופּיטער (צו דער לינקער האַנד אויף



צייכנונג 21.—די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון די 8 גרויסע פּלאַנעטען מיט זייערע אָנגענומענע צייכענס.

דיעזער צייכנונג). די נעכסטע אין גרויס איז סאַטורן, וועלכע צייכענט זיך אויס מיט איהרע ר י נ ג ע ן.

עס איז אָנגענומען געוואָרען צו מאַרקירען זיי מיט געוויסע סימבאָלען אָדער, פּשוט'ער גערעדט, צייכענס, ווי דאָס איז צו זעהען אויף די צייכנונגען 20 און 21. אין דער אַסטראָלאָגיע האָבען אזעלכע צייכענס געשפּיעלט אַ גאַנץ גרויסע ראָלע ביי די פאָראויסזאָגונגען פון שיקזאַל אָדער וואהרזאָגעריי לויט די פּאָזיציעס פון שטערן. מען מעג זיי אויך רופען קאַבאַליסטישע סימבאָלען. דער סימבאָל פון דער ערד איז אַ קייקעלע מיט צוויי איבערגעקרייצטע ליניעס אין מיטען.

דער סימבאָל פון דער לבנה איז איהר פאָרם פון א סערפּ בשעת זי בעוויזט זיך אין אָנפאנג פון יעדען לבנה־מאָנאט.

אויף אונזער צייכנונג 21 זיינען די 8 גרויסע פלאַנעטען פּונקט אין דער פּראָפּאָרציע צו זייערע ווירקליכע דיאַמעטערס. די דריטע אין גרויס איז נעפּטון (די ווייסע קייקעלע רעכטס פון יופּיטער), די פיערטע איז אוראַנוס (די קייקעלע מיט צוויי געשטריכעלטע פּאַסען רעכטס פון נעפּטון), די פינפטע איז אונזער ערד (מיט דער קליינער ווייסער קייקעלע צו איהר לינקער זייט, וואָס רעפּרעזענטירט די גרויס פון דער לבנה), די זעקסטע איז וועניס (רעכטס פון דער ערד), די זיבעטע איז מאַרס (לינקס פון דער ערד) און די אַכטע איז מערקור (רעכטס פון וועניס און די לעצטע קליינע אויף צייכנונג 21).

קאַפּיטעל 14

די פלאַנעט מערקור.

אָבוואָהל די פלאַנעט מערקור ווערט מעהר בעלויכטען פון דער זון פאַר אַלע אַנדערע, ווייל זי געפינט זיך נעהענטער צו דיעזען צענטער פון ליכט און וואַרעמקייט, ווי דאָס איז שוין אָנגעוויזען געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל, און האָט דאָרום א זעהר גלענצענדען אָפּשיין, דאָך קען מען איהר דערזעהען מיט נאַקעטע אויגען גאַנץ זעלטען. די אורזאַך דערפון איז, וואָס זי ווערט, זאָ צו זאָגען, בעהאַלטען אין די זונען־שטראַהלען. מען קען איהר בעמערקען נור אין געוויסע אָבענדען, ווען זי דרעהט זיך אַם ווייטעסטען פון דער זון, און דאָס אויך ניעדעריג צום האָריזאָנט, בלויז א האַלבע שטונדע נאָך זונען־אונטערגאַנג. אזוי ווי דער הימעל איז אָפט פערוואָלקענט לעבען סאַמע ראַנד פון האָריזאָנט, איז עס אַפילו אין אַזעלכע אָבענדען א זעלטענהייט צו דערזעהן דעם מערקור, בעזאָנדערס אין די נאָרדליכע געגענדען.

קאָפּערניקוס, וועלכער האָט זיך זעהר שטאַרק געשטיצט אויף די בעאָבאַכטונגען פון אַנדערע אַסטראָנאָמען וועגען די וואַנדערונגען פון דיעזער פלאַנעט, האָט אָבער קיין מאָל ניט געהאַט דעם מזל צו זעהען איהר מיט זיינע אויגען אין פּוילען. אַפילו אין לענדער ווייטער צום

זיך ווי פוילען דארף מען זעהר געדולדיג ווארטען אויף א גינסטיגע געלעגענהייט צו דערזעהען מערקור׳ן פאר־נאכט אלס אבענד־שטערן אדער פאר־טאג אלס מארגען־שטערן.

ניט אומזיסט האבען די גריכען געקרוינט דיעזען פלינקען און שנעל־פערשווינדענדען וואנדער־שטערן מיט׳ן נאמען פון יופיטער׳ס זוהן מערקור, וועמען זיי האבען געהאלטען פאר דעם שליח פון די אנ־דערע געטער און צו גלייך פאר דעם גאט פון פיינרערנעריי, האנדעל און גנבים. איך מוז זיך דא מודה זיין, אז ווי פיעל איך האב ניט גע־יאגט זיך נאך איהם אויף די האריזאנטען פון ניו יארק און אומגעגענד, האב איך איהם אלץ ניט געקענט דערזעהען. ער בעהאלט זיך אלץ פון אונזערע בליקען אין געגענדען, וואו דער הימעל איז זעלטען גאנץ קלאר, בעזאנדערס ביי די ראנדען פון האריזאנט, וואו די זון געהט אויף אדער געהט אונטער.

מיט דער הילפע אבער פון טעלעסקאפען קען מען דערשפירען זיינע „גנב׳ישע בלקיען" אפילו ביי טאג. דא ווילען מיר אגב בעמערקען, אז ניט נור דורך טעלעסקאפען, זאנדערן אפילו דורך הויכע קוימענס קען מען זעהן שטערן בשעת די זון גלאנצט.

אסטראנאמען, וועלכע האבען אויפמערקזאם נאכגעפארשט מערקור׳ס בעוועגונגען און האבען אויך אויסגערעכענט די שנעלקייט און דעם קרייז פון דיעזע בעוועגונגען, האבען דערביי ענטדעקט אזעלכע אונרע־געלמעסיגקייטען, אז דאס האט מאנכע פון זיי געפיהרט צום געדאנקען וועגען א פלאנעט, וואס זאל זיך דרעהען צ ו ו י ש ע ן איהר און דער זון. אנדערע אסטראנאמען האבען זיך גלאט געשטעלט די פראגען: איז מערקור ווירקליך די נעהענטסטע פלאנעט צו דער זון? ווארום זאלען עס ניט קענען זיין נאך נעהענטערע צו דער זון?

מיט דיעזער אינטערעסאנטער פראגע האט זיך זעהר שטארק פער־נומען דער בעריהמטער פראנצויזישער אסטראנאם ל ע ו ו ע ר י ע, וועלכער האט ענטדעקט ע ל פ י ח ש ב ו ן, אפילו קיין מאל ניט קוקענדיג דורך א טעלעסקאפ, די פלאנעט „נעפטון" אין 1846, ווי דאס וועט געשילדערט ווערען אין דעם קאפיטעל איבער דיזער ניי־ענטדעק־טער גרויסער פלאנעט. דיזער געניאלער מאטעמאטיקער האט אויף דעם גרונד פון געוויסע בעאבאכטונגען, וועלכע אייניגע אסטראנאמען האבען געמאכט מיט זייערע טעלעסקאפען, אויסגערעכענט, ווי גרויס אזא פלא־

נעט דארף זיין און ווי ווייט זי דארף זיין פון מערקור. מען
האט איהר שוין געקרוינט מיט'ן נאמען פון יופיטער'ס זוהן „וואולקאן".

אבער וויפיעל מען האט איהר ניט געזוכט מיט אלע אינסטרומענטען
און מיטלען, וועלכע מען האט ערפונדען עד היום, אום צו דערשפירען
וואס עס קומט פאר צווישען די שטערן און אויף דער זון, האט מען אלץ
ניט געפונען דעם מינדעסטען שפור פון איהר. די שווארצע פונקטען
אויף דער זון, וואס מאנכע אסטראנאמען האבען אנגענומען אלס אנוויי־
זונג אויף אזא פלאנעט, זיינען אפנים געווען נור זון־פלעקען. מען איז
דארום געצוואונגען צו שליסען, אז מערקור בלייבט אלץ דער נעהענט־
סטער שכן פון דער זון.

יעדענפאלס, ווי מען זאל ניט ערקלערען מאנכע אונרעגעלמעסיג־
קייטען און שטערונגען, אדער ווי מען רופט עס בלשון אסטראנאמיע
„פערטורבאציאנען" אין די בעוועגונגען פון מערקור, איז דאך פעסט־
געשטעלט געווארען מיט מאטעמאטישער גענויאיגקייט זיין ארביט.
אסטראנאמען רעכענען אוים אויפ'ן האאר, ווי ווייט ער געפינט זיך
פון דער זון (ריכטיגער גערעדט פון דעם צ ע נ ט ע ר פון דער זון),
אין יעדען מאמענט פון זיין בעוועגונג.

ווי עס איז שוין אין א פריהערדיגען קאפיטעל בעמערקט געווא־
רען, זיינען די ארביטען פון אלע פלאנעטען ניט רעגעלמעסיגע צירקלען,
נור אזעלכע געשלאסענע קיילעכדיגע ליניעס וואס מען רופט עליפסען
און וואס האבען צ ו ו י י צענטראל פונקטען, גענאנט פ א ק ו ס ע ן.
מיר וועלען זיך אבשטעלען דערויף, ווען מיר וועלען נעהענטער בע־
טראכטען די ארביט פון אונזער ערד־קוגעל. דא וועט גענוג זיין צו
בעמערקען, אז די ארביט פון מערקור איז מעהר עליפטיש פאר די
ארביטען פון די אנדערע פלאנעטען. מיט איינפאכערע ווערטער הייסט
עס, אז דער אונטערשיעד צווישען זיין נעהענטסטען פונקט צו דער
זון און ווייטסטען פונקט פון דער זון איז בעזאנדערס גרויס, נעמליך:
45 מיליאן קילאמעטער ענטפערנט בשעת ער קומט צו אם נעהענט־
סטען צו דער זון און 69 מיליאן קילאמעטער ענטפערנט בשעת ער
געפינט זיך אם ווייטסטען פון דער זון.

אויף דעם אסטראנאמישען לשון רופט מען אזעלכע פונקטען אזוי:
פ ע ר י ה ע ל י א ן (פון די גריכישע ווערטער פערי — נעבען און
העליאס — זון) און א פ ה ע ל י א ן (דער גריכישער ווארט אפא

מיינט: ווייט). ווען מען זאָגט, אַז אַ פּלאַנעט אָדער קאָמעט געפינט זיך אין איהר פעריהעליאָן, מיינט עס, אַז דאַן איז זי אַם נעהענטסטען צו דער זון, און אפהעליאָן איז פונקט פערקעהרט.

דורך אזא גרויסען אונטערשיעד אין פעריהעליאן און אפהעליאן פון מערקור ענדערט זיך, זעלבסטפערשטענדליך, אויך זיין ווייטקייט פון דער ערד. אָט בשעת ער דערגרייכט זיין נעקסטען פונקט צו דער זון און געפינט זיך דאַן גראדע צווישען דער ערד און דער זון, קען ער ווייט זיין פון אונז אונגעפעהר 80 מיליאָן קילאָמעטער; אָבער ווען ער דערגרייכט דעם ווייטעסטען פונקט אויף זיין אָרביט הינטער דער זון (געגענאיבער אונזער ערד), דאַן קען ער שוין ווייט זיין פון אונז אונגעפעהר 260 מיליאָן קילאָמעטער.

ווען אַ פּלאַנעט וואַנדערט דורך צווישען דער ערד און דער זון, זאָגט מען אויף דעם אַסטראָנאָמישען לשון, אַז זי געפינט זיך אין דער אונטערשטער קאָניונקציאָן (מיינט פערבינדונג, ענגליש אויסגעשפּראָכען: קאָנדזשאָנקשאָן); ווען זי געפינט זיך פון דער אַנדער זייט זון, זאָגט מען, אַז זי געפינט זיך אין דער אויבערשטער קאָניונקציאָן*).

ערשט אין די פעריאָדען, ווען מערקור געפינט זיך אַם ווייטעסטען פון דער זון, קען מען איהם בעאָבאַכטען, און דאָס אויך ווען דער קלימאַט איז גינסטיג דאַפיר. ווען מען בעטראַכט איהם דורך טעלעסקאָפּען, זעהט מען, ווי זיינע געשטאַלטען בייטען זיך אונגעפעהר

---

*) אויב דאָס איז ניט גענוג פערשטענדליך, זאָל דער לעזער נעהמען אַ שטיקעל פּאַפּיער און פערצייכנען אויף איין גלייכער ליניע דריי קייקלעך: איינע זאָל פאָרשטעלען די זון, די אַנדערע (די מיטעלסטע) — די פּלאַנעט מערקור, און די דריטע — די ערד. אָט אין אַזאַ פּאָזיציע איז עס מערקור אַם נעהענטסטען צו דער ערד, אויב ער איז אויך דאַן אַם נעהנטסטען צו דער זון (אין זיין פעריהעליאן). יעצט שטעלט זיך פאָר, אַז די מיטעלסטע קייקעלע האָט געמאַכט אַ האַלבען קרייז אַרום דער קייקעלע, וואָס רעפּרעזענטירט די זון. דאַן וועט זי שוין זיין הינטער די זון (געגענאיבער די קייקעלע, וואָס רעפּרעזענטירט די ערד). אין אַזאַ פּאָזיציע איז מערקור אַם ווייטסטען פון דער ערד, אויב ער איז צוגלייך אין זיין אַפּהעליאָן. אין ערשטען פאַל זאָגט מען אַסטראָנאָמיש, אַז אַ פּלאַנעט איז אין דער „אונטערשטער קאָניונקציאָן“, אין צווייטען פאַל — אין דער „אויבערשטער קאָניונקציאָן“.

אזוי, ווי פון דער לבנה. דיעזע געשטאַלטען, אָדער ווי מען רופט זיי אסטראָנאָמיש פ אַ ז ע ן (העברעאיש: פגימות), קומען דערפון, וואָס מיר זעהען בעלויכטעט פון דער זון געוויסע טהיילען פון דיעזער פּלאַנעט אין געוויסע פּעריאָדען, ווי דאָס וועט אויספיהרליך ערקלערט ווערען, ווען מיר וועלען בעשרייבען די פאַזען פון דער לבנה (העברע־איש: פגימת הירח). ווי אזוי מערקור זעהט אויס דורך א טעלעסקאָפּ אין געוויסע פּעריאָדען פון זיין רייזע ארום דער זון, צייגט צייכנונג נומ. 22.

צייכנונג 22.—די פאַזען פון מערקור.

מען דערצעהלט, אַז ווען מען האָט אָנגעוויזען קאָפּערניקוס'ן, דאָס אויב מערקור און ווענוס וואָלטען זיך טאַקע געדרעהט צווישען דער ערד און דער זון, ווי ער האָט עס אויסגערעכענט, וואָלטען זיי בע־דאַרפט צייגען פאַזען, אַזוי ווי די לבנה, האָט ער דערויף געענטפערט: „גאָט וועט מאַכען, אַז מען וועט אויסגעפינען אַזעלכע אינסטרומענטען, דאָס מען זאָל עס טאַקע קענען זעהן". און ער האָט טאַקע געטראָפען ווי אַן אמת'ער נביא. ווען מען האָט ערפונדען דעם טעלעסקאָפּ האָט מען אויך דערזעהן די פאַזען פון דיעזע צוויי פּלאַנעטען און דערמיט צוקלאַפּט די אלטע אַסטראָנאָמישע לעהרע.

אין מצרים, וואו דער הימעל איז בעזאָנדערס לויטער, בעמערקט מען מערקור'ן, ווען עס איז נור מעגליך איהם צו זעהן מיט נאַקעטע אויגען. אַזוי ווי זיינע בעוועגונגען זיינען שנעלע און ער פערשווינדעט

עפּעס מיט אַמאָל, האָט מען אַ לאַנגע צייט געמיינט, אַז ווען ער ער־שיינט פֿאַר נאַכט, איז ער ניט דער זעלבער שטערן, ווי ווען ער ערשיינט פֿאַר טאָג. ביי די אַלטע קולטור־פֿעלקער האָט ער דאָרום געטראָגען צוויי בעזונדערע נעמען, למשל, ביי די מצריים: סעט און האָרוס, ביי די גריכען: אַפּאָלאָ און מערקור.

אַז מערקור איז אַ דונקעלער קערפּער אַזוי ווי אונזער ערד־קוגעל און ער גלאַנצט נור דורכ'ן אָבשיין פֿון די זונען־שטראַהלען אַזוי ווי די לבנה, דאָס דאַרף מען שליסען ניט נור פֿון זיינע פֿאַזען (עס פֿערשטעהט זיך, אַז ווען ער וואָלט געהאַט אַן אייגענעם גלאַנץ אַזוי ווי די זון, וואָלטען מיר אַלץ געזעהען אַ ג אַ נ צ ע ה ע ל פֿ ט זיינע, נעמליך: די העלפֿט געגענאיבער אונזערע בליקען), זאָנדערן דאָס זעהט מען, ווען ער וואַנדערט פֿ אַ ר ב י י ד י ז ו ן. מען דערשפּירט דאַן נעמליך זיין ש אָ ט ע ן אַלס אַ ד ו נ ק ע ל ע פּ י נ ט ע ל ע אויף דעם פּנים פֿון דער זון. אַזוי זעהט מען אויך די פּלאַנעט ווענוס, ווען זי וואַנדערט פֿערביי די זון אין געוויסע פּעריאָדען. דער לעזער פֿער־שטעהט שוין אַליין, אַז דאָס קען מען בעמערקען נור מיט דער הילפֿע פֿון טעלעסקאָפּען.

אויף דעם אַסטראָנאָמישען לשון רופֿט מען אַזאַ פּאַראיבערגאַנג „טראַנזיט“. וואָס פֿאַר אַ בעדייטונג דאָס האָט פֿאַר די וויסענשאַפֿט־ליכע אַסטראָנאָמיע, וועט ערקלערט ווערען ווייטער, ספּעציעל אין דעם קאַפּיטעל איבער די אויסמעסטונגען פֿון דער ווייטקייט פֿון דער זון.

אַזוי ווי מערקור מאַכט זיין רייזע אַרום דער זון יעדע 88 טעג, איז עס ניט אַ זעלטענהייט צו בעאָבאַכטען אין אָבסערוואַטאָריעס זיין שאָטען אויף דער זון. דאָס טרעפֿט אין געוויסע פּעריאָדען, וועלכע אַסטראָנאָמען רעכענען אויס פֿאָראויס מיט מאַטעמאַטישער פּינקט־ליכקייט. יעדעס מאָל, ווען אַזאַ זאַ צו זאָגען שפּאַצירגאַנג פֿון מערקור אָדער פֿון ווענוס פֿארביי דער זון דאַרף פֿאָרקומען (מיט די אַנדערע פּלאַנעטען קען עס ניט פּאַסירען, ווייל זייערע ספּערען זיינען דאָך ו ו י י ט ע ר פֿון דער זון, ווי די ספּערע פֿון דער ערד), שטעהען אַסט־ראָנאָמען אויף דער וואַך מיט זייערע טעלעסקאָפּען אויף בעשטימטע ערטער, אום אויסצופֿאָרשען וואָס מעהר און גרינדליכער דיעזע אינ־טערעסאַנטע און בעלעהרענדע ערשיינונג. דער פֿאַקט, אַז זיי טרעפֿען

אויף דער סעקונדע, ווען אזא טראַנזיט פאַנגט זיך אָן און ענדיגט זיך, דיענט נאַטירליך אַלס אַן אונבעשטרייטבארער בעוויין, אַז אַלע אַנדערע אַסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען וועגען אונזער זונען־סיסטעם זיינען וויסענשאַפטליך ריכטיג און אַז אויף די נביאות פון געלעהרטע אַסט־ראָנאָמען דאַרף מען זיך פערלאָזען.

אין פערלויף פון פאָריגען יאָהרהונדערט האָבען אַסטראָנאָמען פער־צייכענט און אויסגעפאָרשט 13 אַזעלכע פּאַסאַזשען אָדער טראַנזיטען פון מערקור. נור אין אונזער 20טען יאָהרהונדערט וועט שוין פאָרקו־מען, לויט אַסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען, מיט איינעם וועניגער. דער ערשטער טראַנזיט פון מערקור האָט פאַסירט דעם 12טען נאָוועמבער 1907 און דער צוועלפטער וועט פאַסירען דעם 24טען נאָוועמבער 1999. הלואי זאָלען מיר עס דערלעבען צו זעהן.

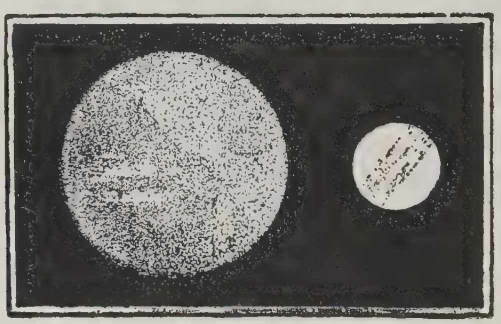
ווען מיר וואָלטען זיך געפונען אויפ'ן מערקור, וואָלט אונזער יאָהר — און דאָס מיינט דאָך די צייט וואָס עס דויערט א ו נ ז ע ר ערד־קוגעל צו מאַכען זיין רייזע אַרום דער זון — בעשטאַנען פון אונגעפעהר 88 טעג (גענויער: 87 טעג און 97 הונדערטלאָך פון אַ טאָג). אַ מער־קוריאַנער יאָהר איז אַלזאָ אונגעפעהר אַ פיערטעל פון אונזער ערדישען יאָהר. אויב עס געפינען זיך דאָרטען לעבעדיגע בעשעפענישען, לעבען זיי אפנים אויך שנעלער, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, עקזיסטירען אַ ק י ר צ ע ר ע צייט פאַר אונז.

מען נעהמט אָבער אָן, אַז דאָרטען איז אונמעגליך צו לעבען, ווייל די היץ איז צו גרויס. די זון דאַרף דאָרטען באַקען וועניגסטענס צעהן מאָל אזוי פיעל, ווי אויף אונזער ערד־קוגעל אין די הייסעסטע זומער־טעג.

צוליעב זיין נאָהענטקייט צו דער זון ווייס מען פון מערקור'ן וועניגער ווי פון די אַנדערע פּלאַנעטען. למשל, עס איז נאָך ניט פעסט־געשטעלט געוואָרען, אויב ער דרעהט זיך אויך אַרום זיך אַליין, אַזוי ווי די ערד, בשעת ער בעוועגט זיך אַרום דער זון; אויב זיין אַקס איז צוגעבויגען, ווי דאָס איז דער פאַל מיט די אַקסען פון דער ערד און פון אַנדערע פּלאַנעטען (וואָס דאָס מיינט, וועט שפּעטער ערקלעהרט ווערען), און אויב ער איז אַרומגערינגעלט מיט אזא אַטמאָספערע, ווי די ערד. לויט די בעאָבאַכטונגען פון דעם בעריהמטען איטאַליע־נישען אַסטראָנאָם ס ק י אַ פּ אַ ר ע ל י, וועלכער האָט דער ערשטער

ענטדעקט געוויסע ג ל י י כ ע ליניעס אויפ'ן מארס און האט דערפון געשלאָסען, אז דאָס זיינען ניט אַנדערש ווי ק אַ נ אַ ל ע ן. דרעהט זיך מערקור אימער מיט א י י ן ה ע ל פ ט צו דער זון. אויב דאָס איז טאַקע אַזוי, מוז מען אויף איין העלפט פון זיין אויבערפלעך צו־שמאָלצען ווערען פון היץ און אויף דער אַנדער העלפט פערגליווערט ווערען פון קעלט.

וואָס אָנבעלאַנגט מערקור'ס גרויס, האָט מען די מעגליכקייט דאָס אויסצורעכענען גאַנץ גענוי. אַסטראָנאָמען האָבען אויסגעמאָסטען זיין דיאַמעטער אין פערגלייך מיט'ן דיאַמעטער פון דער ערד און האָבען אויסגעפונען דורך דעם, אַז זיין וואָליום (אומפאנג) איז בלויז 5



ציייכנונג 23.—די פראָפּאָרציאָנעלע גרויס פון דער ערד (לינקס) און פון מערקור (רעכטס).

הונדערטלאָך פון דעם וואָליום פון דער ערד. דער דיאַמעטער פון מערקור בעציהט זיך צום דיאַמעטער פון דער ערד אַזוי ווי 373 צו 1000, און דאָס מיינט, אַז ער איז לאַנג 4800 קילאָמעטער. אויף דער צייכנונג 23 זיינען איבערגעגעבען פראָפּאָרציאָנעל די דיסקען פון דער ערד און פון מערקור.

אַסטראָנאָמען האָבען אויך שטאַרק געזוכט און זוכען אַלץ, אויב מערקור האָט עפּעס אַ בעגלייטער אָדער לבנה אַזוי ווי די ערד, אָבער זיי האָבען עס ניט געקענט דערשפּירען אַפילו מיט די גרעסטע טע־לעסקאָפּען.

קאפיטעל 15.

די פּלאַנעט ווענוס.

צווישען מערקור און אונזער ערד־קוגעל שוועבט דער העלסטער און שענסטער שטערן אויפ'ן הימלישען געוועלב. דאָס איז די פּלאַנעט ווענוס, וועלכע וואַרפט זיך אין די אויגען מיט איהר שנעע־ווייסען גלאַנץ, ווען נור זי בעוויזט זיך אַלס אבענד־שטערן אָדער מאָרגען־שטערן. זי פערדיענט ווירקליך דעם נאָמען פון דער גריכיש־רוימישער געטין פון שעהנהייט — ווענוס.

יעדער איינער קען לייכט נאָכפאָלגען איהר רייזע אויפ'ן הימעל, ווען ער זאָל נור האָבען אביסעל אינטערעס צו דערלאַנגען אַ קוק אויף איהר אין מערב־זייט בשעת די זון האַלט ביים אונטערגעהן, און נאָכהער האָבען אַביסעל געדולד צו מאַרקירען איהרע פּאָזיציעס עטליכע אבענ־דען כסדר. ער וועט דאַן ניט פערפעהלען צו בעמערקען, ווי יעדען אבענד בעוויזט זי זיך און פערשווינדעט פון זיינע בליקען, אָדער געהט אויף און געהט אונטער אין פערשיעדענע פּאָזיציעס אויפ'ן האָריזאָנט, און ער וועט דאַן אויך פערשטעהן, ווי אַזוי דאָס קומט, אַז אין עטליכע טעג אַרום, ווי זי פערשווינדעט פון מערב־האָריזאָנט אבענדס, הויבט זי אַן צו גלאַנצען אין מזרח־האָריזאָנט פאַרטאָג. איהר שיין איז אַזאַ העלער, אַז מען קען איהר ניט צוזאַמענמישען מיט אירגענד וועלכען אַנדערען אבענד־שטערן אָדער מאָרגען־שטערן.

ווען די ווענוס גלאַנצט אבענדס און ווען אין דער פריה, דאָס ווערט אַנגעגעבען אין לוחות, אַזוי ווי די ערשיינונגען פון די אַנדערע פּלאַ־נעטען אַלס אבענד־שטערן אָדער מאָרגען־שטערן. דער אָנפאַנגער אין שטערן־זעהעריי, ווען ער וויל וויסען, וועלכע פון די 5 פּלאַנעטען, וואָס מען קען זעהן מיט נאַקעטע אויגען, איז אין אַ געוויסער צייט פון יאָהר אַן אבענד־שטערן אָדער מאָרגען־שטערן, דאַרף צוערשט אריינקוקען אין אַזאַ לוח, אָבער ווער עס האָט איין מאָל גוט בעאָבאַכטעט זייער שיין און איז אביסעל בעקאַנט מיט דער אוראַנאָגראַפיע (פון דעם גרי־כישען וואָרט „אוראַנאָס“, וואָס בעדייטעט: הימעל), דער וועט יעדען פון זיי גאַנץ לייכט דערקענען אָהן דער הילפע פון לוחות און אפילו פון שטערן־קאַרטען.

אלע פלאנעטען אונטערשיידען זיך פון אלע פיקסע שטערן, בשעת מען דערלאנגט א קוק אויפ'ן הימעל, צוערשט דערמיט, וואס זיי פונקלען ניט. זייער שיין איז שטענדיג א רוהיגער און מאטער. דאס קומט דערפון, וואס זיי זיינען אליין דונקעלע קערפערס, ווי אונזער ערד, נור זיי זעהען אויס אין אונזערע אויגען ווי שטערן צוליעב דעם אבשיין פון די זונען־שטראהלען, וועלכע בעלויכטען זיי. דאס איז אייגענטליך ווי דער שיין פון אונזער הימ־לישער בעגלייטערין — די לבנה.

אט אפילו די ווענוס, וואס איהר שיין איז אזוי גרויס, אז מאנכעס מאל קען מען איהר דערזעהן מיט נאקעטע אויגען אפילו ביי טאג, ווען די זון איז נאך צימליך הויך אויפ'ן הימעל, פונקעלט דאך קיין מאל ניט. עס טרעפט פון צייט צו צייט, אז בשעת זי גלאנצט אבענדס, שטראהלט אויך דער העלסטער פון די פיקסע שטערן, דער שוין אונז בעקאנטער סיריוס פון דער קאנסטעלאציאן „גרויסער הונד“, וועלכער צייכענט זיך אויך אויס מיט א שטארקען פונקלען. ווענוס זעהט אויס גרעסער און איז אויך בעדייטענד העלער פאר'ן סיריוס, אבער איהר שיין איז עפעס ווי א טויטער אין פערגלייך מיט דעם זעהר אונרוהיגען און זיך־ווארפענדען שיין פון סיריוס. עס איז גענוג איין מאל צו ערבליקען דיזע צוויי שעהנסטע הימלישע בריליאנטען, אום זיי צו אונטערשיידען צו יעדער צייט דורך דעם דאזיגען אונטערשיעד אין זייער גלאנץ.

בלויז דריי פון די פלאנעטען, נעמליך: מארס, יופיטער און סאטורן, קען מען זעהן מיט נאקעטע אויגען אין מיטען פון הימלישען געוועלב. דאס איז דעריבער, ווייל זיי דרעהען זיך ארום דער זון ווייטער פאר דער ערד. אט ווען מען הויבט אויף די אויגען צום הימעל, שטעהענדיג מיט'ן פנים צו דרום־זייט, און מען בעמערקט דאן אין דעם מיטעלסטען טהייל פון געוועלב א זעהר העלען שטערן (נאך העלער פאר די מייסטע פיקסע שטערן פון ערשטער מאגניטיוד), וואס זיין שיין איז מאט און גאנץ רוהיג, און ווען מען ווייס אויך דורך א בעקאנטשאפט מיט די 12 מזלות, אדער דורך אריינקוקען אין א שטערן־קארטע, אז ער געהערט ניט צו דיזע קאנסטעלאציאנען, ווייל געוועהנליך איז ער ניט פערצייכענט דארטען, בלייבט דערפון אליין צו שליסען, אז ער קען זיין נור איינער פון די

דריי פּלאַנעטען: מאַרס, יופּיטער אָדער סאַטורן. און אַזוי ווי דער שיין פון מאַרס איז אַ רויטליכער, און יופּיטער גלאַנצט פיעל העלער פאַר סאַטורן, קען מען שוין דורך דעם זיי אונטערשיידען צו יעדער צייט, ווען מען האָט זיי בלויז איין מאָל אויפמערקזאַם בעטראַכט.

יעדענפאַלס דאַרף מען זוכען די פּלאַנעטען, ווען מען וויל זיי אויסגעפינען צווישען די שטערן, נור אין די זאַ־צו־זאָגען „הייזער פון דער זון", וועלכע מען רופט געוועהנליך זאָדיאַק אָדער 12 מזלות, ווי מיר ווייסען עס שוין פון אַ פאָריגען קאַפּיטעל. פּשוט'ער גערעדט מיינט עס, אַז די פּלאַנעטען וואַנדערען אַלץ לעבען די וועגען פון דער זון און פון דער לבנה. ווארום דאָס איז אַזוי, וועט ערקלערט ווערען אין די קאַפּיטלעך איבער דער אָרביט און די בעוועגונג פון דער ערד ארום דער זון.

מיר ווייסען שוין פון פאָריגען קאַפּיטעל, אַז מערקור'ן קען מען זעהן אין בעסטען פאַל ניט שפּעטער ווי אַ האַלבע שטונדע נאָך דעם אונטערגאַנג פון דער זון. וואָס אַנבעלאַנגט די ווענוס, קען מען איהר זעהן אַ פיעל לענגערע צייט נאָך דעם זונען־אונטערגאַנג אָדער פאַר דעם זונען־אויפגאַנג; אָבער אַלץ ניט אין די מיטעל־סטע טהיילען פון הימעל. דאַרום קען מען איהר קיין מאָל ניט זעהן אין די מיטעלסטע שטונדען פון דער נאַכט. די ווענוס איז אַן אבענד־שטערן אָדער מאָרגען־שטערן, אַזוי ווי דער מער־קור, אָבער קיין מאָל ניט אַ נאַכט־שטערן. נאָך 10 אוהר אבענדס וועט שוין די ווענוס זיין אונטער דעם האָריזאָנט אפילו אין רעכטען מיטען זומער.

אַלע נעמען וואָס זי האָט געטראָגען ביי פערשיעדענע פעלקער זיינען פערבונדען מיט איהר שעהנען גלאַנץ. קיין שטערן איז ניט אַזוי בעזונגען געוואָרען פון פּאָעטען און, העכסט וואהרשיינליך, אויך ניט אַזוי פערגעטערט געוואָרען, ווי די ווענוס. ווען מען רעדט פון אַ „פּאַסטוך־שטערן", מיינט מען איהר. „הילל בן שחר", אַזוי רופט איהר ישעיה הנביא אין איהר פריהמאָרגעדיגער געשטאַלט, ווען די רוימער האָבען איהר גערופען „לוציפער". איהר העברעאישער נאָמען איז „נוגה", וואָס בעדייטעט דאָס זעלבע ווי איהר אַראבישער נאָמען „זאָהאַר".

אויף אַ ציגעל, וואָס מען האָט אויסגעגראָבען אין בבל און וואָס געפינט זיך אין בריטישען מוזעאום, איז איינגעקריצט מיט די אַסי־רישע פיילען־פאָרעמדיגע שריפטען (כתב היתודות) אַן אַסטראָנאָ־מישע בעאָבאַכטונג וועגען ווענוס, וואָס איז געמאַכט געוואָרען מיט 685 יאָהר פאַר דער קריסטליכער צייטרעכנונג.*) די באַבילאָנער האָבען איהר גערופען מיט'ן נאָמען פון זייער געטין „נאַנאַ“, און אין מצרים האָט זי געטראָגען דעם פאָעטישען נאָמען „פליגעל פון אָזירים“ (אַ זונען־גאָט). אין די היעראָגליפען (הייליגע שריפטען) האָט מען איהר פאָרגעשטעלט אַזוי ווי אויף דער צייכנונג נומ. 24.

צייכנונג 24.—היעראָגליף פון דער פלאַנעט ווענוס.

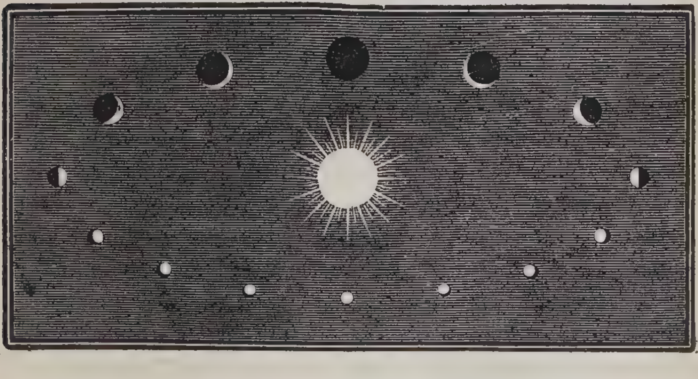
אַסטראָנאָמען האָבען אויסגערעכענט, אַז ווענוס דרעהט זיך אויף אַ דורכשניטליכער ווייטקייט פון 108 מיליאָן קילאָמעטער אַרום דער זון. זי איז אונזער נעהענטסטע פלאַנעטארישע שכנה, סך הכל 41 מיליאָן קילאָמעטער ערווייטערט פון דער אָרביט פון דער ערד. זי איז כמעט אַזוי גרויס ווי די ערד, אָבער אַזוי ווי איהר אָרביט איז נעהענ־טער צו דער זון און פאָלגליך קלענער פאַר דער אָרביט פון דער ערד, דאַרום דויערט איהר רייזע אַרום דער זון ו ו ע נ י ג י ע ר צ י י ט. דיזע רייזע מאַכט ווענוס אין אונגעפעהר 224 טעג (גענוי אויסגערע־כענט: 224 טעג 16 שטונדען 49 מינוט און 8 סעקונדען).

אַ יאָהר ביי אונזער פרעכטיגער שכנה איז, אַלזאָ, עטוואָס ווע־ניגער פאַר צוויי־דריטעל פון אַ יאָהר אויף אונזער זינדיגער ערד. אונגעפעהר אַ העלפט פון דיעזער צייט זעהען מיר איהר אַלס אָבענד־שטערן, און די אַנדערע העלפט — אַלס מאָרגענשטערן.

*) אָט וואָס געלעהרטע אַסיריאָלאָגען האָבען איבערגעלעזען אויף דיזען ציגעל: „דעם 25טען פון חודש תמוז האָט די ווענוס אויפגעהערט צו זיין זעהבאַר אין מערב, איז געבליבען אונזעהבאַר אין פערלויף פון 7 מעת־לעת, און דעם 2טען פון חודש אב האָט זי זיך בעוויזען אין מזרח. — דעם 26טען פון חודש אלול האָט ווענוס אויפגעהערט צו שיינען אין מערב, איז גע־בליבען אונזעהבאַר אין פערלויף פון עלף טעג, און דעם 7טען פון צווייטען אלול האָט מען איהר דערזעהען אין מזרח“.

אזוי ווי זי דרעהט זיך צווישען די ערד און די זון, ווי דער מער־קור, מוז זי אויך האבען אונגעפעהר די זעלבע פאזען. אזוי איז עס

ציכנונג 25.—די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון ווענוס'עס 4 הויפט־פאזען.



ציכנונג 25א.—די פאזען פון דער ווענוס אויף איהר רייזע ארום דער זון.

טאקע, ווי מען קען עס זעהען אפילו דורך א קליינעם טעלעסקאפ. די מענשליכע אויג וואס האט צום ערשטען מאל געזעהען די פאזען

פון ווענוס, איז געווען גאַלילעאָ'ס. מיט דער הילפע פון דעם טעלעסקאָפּ, וואָס דיעזער גרויסער איטאַליענער האָט אליין צוזאַמענגעשטעלט, האָט ער דערזעהען אין סעפּטעמבער 1610 די, זאָ צו זאָגען, „הערנער פון ווענוס". דאָס זיינען נעמליך די געשטאַלטען איהרע, ווען זי צייגט אונז אַזעלכע סערפּען, ווי בשעת די לבנה הויבט אָן צו „וואַקסען". דאַן גלאַנצט זי אויך אַם שטאַרקסטען און זעהט אויס פיעל גרעסער.

ווי אַזוי איהרע פיער הויפּט־פאַזען זעהען אויס דורך אַ טעלעסקאָפּ, איז פאָרגעשטעלט אויף צייכנונג 25. די אונטערשיעדען אין איהר גרויס זיינען, נאַטירליך, נור שיינבאַרע. דאָס קומט פון איהרע פאָזיציעס רעספּעקטיוו צו דער ערד און צו דער זון.

צו דער צייט ווען זי געפינט זיך אין דער אונטערשטער קאָנױנקציאָן, דאָס הייסט נעהענטער צו אונז (זעה די ערקלערונגען וועגען דעם אין פאָריגען קאַפּיטעל איבער מערקור), זעהען מיר בעלויכטען פון די זונען־שטראַהלען נור אַ טהייל פון איהר ראַנד (אָט אזוי ווי מיר זעהען די לבנה ביי איהר „מולד" אָדער געבורט). אַזוי ווי זי איז דאַן נעהענטער צו אונז אויף איהר אָרביט, שיינט זי אונז צו זיין גרעסער.

צו דער צייט, ווען זי צייגט אונז אַ פולע העלפט איהרע בעלויכטען, אָט ווי אויף דער צייכנונג 25 לינקס, דאַן געפינט זי זיך אין דער אויבערשטער קאָנױנקציאָן, אונגעפעהר צוויי מאָל ווייטער, און זי זעהט אויס פאָלגליך אין אונזערע אויגען קלענער.

ווען דער הימעל איז קלאָר, קען מען זעהען די ווענוס ביי טאָג דורך טעלעסקאָפּען אפילו ווען זי געפינט זיך אַם ווייטעסטען פון אונזערע בליקען. אַסטראָנאָמען האָבען אויסגעפונען, אַז גראָדע ביי טאָג קען מען איהר בעסער בעטראַכטען. אָבער אפילו אין די בעסטע פעריאָדען צו זעהען איהר, ווען איהרע פאָזיציעס און פאַזען זיינען בעזאָנדערס גינסטיג פאַר בעאָבאַכטונגען אין אונזערע אָבסערוואַטאָריעס, קען מען אַלץ גאָר ניט בעמערקען, וואָס עס טהוט זיך אויף איהר אָבערפלעך. דאָס איז דעריבער, ווייל זי איז עפּעס שטענדיג פערוואָלקענט, אָדער ריכטיגער, ווייל זי איז ארומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע, א מין לופט, וועלכע זאָל זיין

גערדיכטער פאר אונזערע. אלעס ווערט פערדעקט דורך דיזע אט־מאספערע, ווי מיט א געדיכטען שלייער, און מיר זעהען נור א בלענדענדען אבשיין, וואס איז אזוי וויים ווי שנעע. מען בע־מערקט גאר ניט עפעס א פלעק אויף איהרע שיינענדע געשטאלטען.

אז די אטמאספערע פון ווענוס ענטהאלט אין זיך וואסער־דאמפף, דאס ווערט בעוויזען דורך דעם מיטעל, וואס מען רופט ספעקטראל אנאליז און וואס דיענט אזוי פארטרעפליך צו ענטדעקען וועלכע יסודות עס געפינען זיך אויף דער זון און אפילו אויף די פיקסע שטערן. די טיעפסטע סודות פון די וויטעסטע וועל־טען האט מען שוין ארויסגעריסען א דאנק אז אינסטרומענט, וואס טראגט דעם נאמען ספעקטראסקאפ און וואס איז געבויט אויף די געזעצען פון ליכט, ווי דאס וועט ערקלערט ווערען אין א ווייטערען קאפיטעל.

ווי באלד עס איז פאראן וואסער אויף דער ווענוס, מוזען דארטען אויך די בעדינגונגען פאר די עקזיסטענץ פון פלאנ־צען און חיות זיין אונגעפעהר אזעלכע, ווי אויף אונזער פלאנעט, מיט דער גרויסער אויסנאהם נור, וואס דארטען איז די טעמ־פעראטור א פיעל העכערע צוליעב דעם, וואס זי איז מיט 41 מיליאן קילאמעטער נעהענטער צו דער זון פאר אונזער ערדקוגעל.

די טעג אויף דער ווענוס זיינען אויך כמעט אזעלכע, ווי אויף דער ערד. נאך לאנגע בעאבאכטונגען איז עס געלונגען ניט נאר פעסטצושטעלען, אז זי בעוועגט זיך אליין אויף איהר רייזע ארום דער זון, זאנדערן אויך אויסצורעכענען, אז דאס דויערט 23 שטונען 21 מינוטען. זי צייכענט זיך אוים דערמיט, וואס איהר ארביט איז כמעט א צירקעל, זא דאס דער אונטערשיעד צווישען איהר פעריהע־ליאן און אפהעליאן איז א גאנץ קליינער, גאר אנדערס ווי מיט מער־קור'ן (זעה פאריגען קאפיטעל).

דער דיאמעטער פון ווענוס איז גאנץ גענוי אויסגעמאסטען גע־ווארען. אין רונדע ציפער איז ער 12,700 קילאמעטער (דאס איז בלויז מיט איין־טויזענדעל וועניגער פאר דעם דיאמעטער פון דער ערד). איהר וואליום איז בלויז מיט 25־טויזענדלעד קלענער פאר דעם וואליום פון דער ערד. אויך אין אנדערע פרטים, אט ווי וואג און

דענסיטעט (געדיכטקייט), איז זי פון אַלע פּלאַנעטען אַם נעהענט־סטען צו אונזער ערד־קוגעל. זי איז טאַקע, ווי פּלאַמאַריאַן דריקט זיך אויס, די צווילינג־שוועסטער פון אונזער פּלאַנעט.

אַזוי ווי זי שוועבט צווישען די ערד און די זון, מוז עס דאָך אויסקומען, אַז זי זאָל אין בעשטימטע פעריאָדען זיך געפינען פּונקט אַנטקעגען אונז און די זון, אָדער מיט אנדערע ווער־טער, אַז מיר זאָלען קענען זעהען פון אונזערע אָבסערוואַטאָריעס, ווי זי מאַרשירט פערביי די זון, אַט אַזוי ווי דאָס איז שוין ערקלערט געוואָרען אין דעם פאַל מיט מערקור. ווען מען בע־טראַכט איהר בשעת אַזאַ טראַנזיט (פאַריבערגאַנג) דורך טעלעסקאָ־פען, זעהט מען איהר ווי אַ שוואַרצע פּינטעלע אויף דער זון. זי איז דאַן, זעלבסטפערשטענדליך, מיט איהר ניט־בעלויכ־טענער זייט אַנטקעגען אונז, און מיר זעהען איהר, ווי זי איז באמת, נעמליך: אַ דונקעלער קערפּער, אַזוי ווי דאָס איז אונזער ערד.

די רעספּעקטיווע פּאָזיציעס און בעוועגונגען פון דיעזע צוויי פּלאַ־נעטען איז אַזעלכע, אַז די טראַנזיטס פון דער ווענוס קענען נור טרע־פען אין פעריאָדען פון אונגעפעהר 113 און אַ האַלב יאָהר, מיט 8 יאָהר מעהר אָדער ווייניגער. אַזוי, למשל, האָט מען זייט די ערפינדונג פון טעלעסקאָפּ די ערשטע בעאָבאַכטונג פון אַזאַ טראַנזיט געמאַכט אין 1631. דער נעכסטער טראַנזיט האָט פּאַסירט מיט 8 יאָהר שפּעטער. אָבער נאָכהער האָט מען שוין געמוזט וואַרטען 121 און אַ האַלב יאָהר (דאָס איז געווען 113½ פּלוס 8), נעמליך ביז 1761. דער פיערטער טראַנזיט איז שוין פאָרגעקומען בלויז אין 8 יאָהר אַרום, נעמליך אין 1769. אין פערלויף פון 138 יאָהר האָט מען אַזוי געהאַט ניט מעהר פון 4 טראַנזיטס פון דער ווענוס.

אַסטראָנאָמען רעכענען אויס אויפ'ן האָאָר דיעזע שפּאַצירונגען פון דער ווענוס פערביי די זון, אַזוי ווי זיי רעכענען אויס ליקוי חמה אָדער ליקוי לבנה למשל. און זיי טרעפען אויך אויפ'ן האָאָר, וואָס עס איז אַלץ אַ בעווייז, ווי ריכטיג עס זיינען די אויסמעסטונ־גען פון די ווייטקייטען, גרויסקייטען, אַרביטען א. ז. וו. פון די פּלאַ־נעטען, מיט איין וואָרט, אַז אַזעלכע אַסטראָנאָמישע פּראָפעציייאונגען זיינען מאַטעמאַטיש ריכטיג.

יעדעס מאָל, ווען מען ווייס על פּי חשבון, אז די ווענוס וועט פאַרביימאַרשירען די זון, מאַכען אסטראָנאָמען פערשיעדענע פאַרבע־רייטונגען, אום וואָס מעהר און גרינדליכער צו בעאָבאַכטען דיזע זעלטענע ערשיינונג. דאָס איז זעהר וויכטיג פאַר די נאַטורוויסענ־שאַפט אין פיעלע פּרטים און אויך אלס א מיטעל אויסצו־מעסטען, ווי ווייט די זון איז פון דער ערד. אין ערקלע־רונג, ווי אזוי מען מעסט עס אויס, וועט געגעבען ווערען אין א קאַ־פּיטעל איבער דער זון.

אויב ווענוס ווערט בעגלייטעט פון א לבנה אזוי ווי די ערד, ווייס מען ניט בעשטימט. ווי פיעל מען האָט ניט געזוכט אזעלכע מיט די גרעסטע און בעסטע טעלעסקאָפּען, האָט מען גאָר ניט געקענט בע־מערקען. מען נעהמט דאַרום אָן, אז ווענוס איז געבליבען אָהן א לבנה אזוי ווי מערקור.

קאַפּיטעל 16.

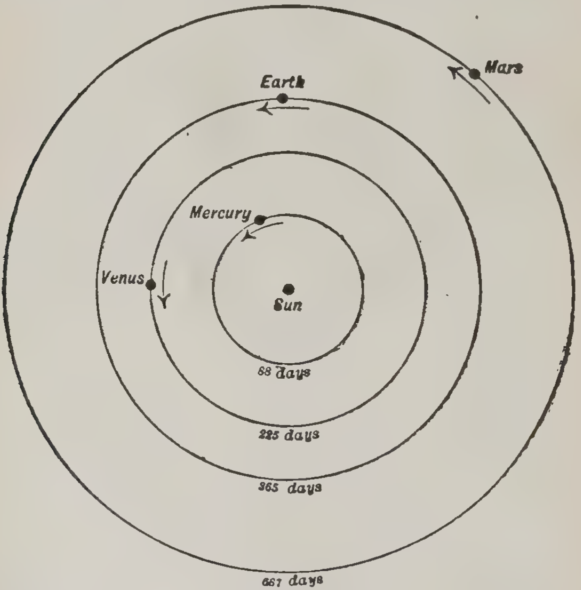
די פּלאַנעט מאַרס מיט איהרע צוויי לבנות.

אונזער נעכסטע שכנה אויף דער אַנדער זייט פון דער ערד'ס אָרביט, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, ווייטער פאַר אונז פון דער זון, איז די פּלאַנעט, וואָס צייכענט זיך אויס פון ערשטען בליק מיט איהר רויטליכען קאָליר, עפּעס ווי פון א פלאַמפּייער, און וועלכע איז דערפאַר געקרוינט געוואָרען מיט'ן נאָמען פון רוימישען קריעגס־גאָט — מאַרס.*)

---

*) וועגען דעם צוזאַמענהאַנג פון דעם רויטליכען קאָליר פון דיזער פּלאַנעט מיט'ן גאָט פון מלחמה בעמערקט פלאַמאַריאָן אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע: „מענשען האָבען שטענדיג געזוכט צו ענטשולדיגען א טהייל פון זייערע ליידענשאַפטען דורך צושרייבען זייערע געמיינסטע האַנדלונגען צו דער ווירקונג פון אַ גאָט אָדער פון אַ טייוועל, און אַזוי ווי מלחמה איז אין אַלע צייטען געווען דאָס שפּילכעל פון די גרויסע און די אידיאָטישע פרייד פון די קליינע, איז דער שטערן פון מלחמה געווען איינער פון די מעהר פערגעטערטע און מעהר געפירכטעטע. די טעמפּלען פון מאַרס פאָלגען נאָך די טעמפּלען פון ווענוס — די פערניכטונג פון איין זייט און די פערמעהרונג פון דער אַנדער זייט“...

איהר דורכשניטליכע ווייטקייט פון דער זון איז אויסגערעכנט 227 מיליאָן קילאָמעטער, מיט 78 מיליאָן קילאָמעטער ווייטער פאַר אונזער ערדקוגעל. עס פערשטעהט זיך, אז איהר אָרביט איז דאַרום פּראָפּאָרציאָנעל א גרעסערע, זאָ דאָס איהר רייזע אַרום דער זון דאַרף דויערען א לענגערע צייט, ווי די רייזע פון דער ערד. אסטראָנאָמען האָבען אויסגערעכנט, אז די צייט, וואָס עס נעהמט אונזער רויטען שכן צו מאַכען א קרייז אַרום דער זון, איז אונגעפעהר 687



ציוכנונג 26.—די אָרביטען פון מערקור, ווענוס, ערד און מאַרס.

טעג. א יאָהר אויפ'ן מאַרס איז, אַלזאָ, מיט 43 טעג ווייניגער פאַר אונזערע 2 יאָהר.

די אָרביטען פון די 4 אינערע פּלאַנעטען (די ערד אריינגערעכנט) זיינען פאַרגעשטעלט אויף ציוכנונג 26 לויט זייערע ווייטקייטען פון דער זון. זייערע בעוועגונגען איז דער זעלבער ריכטונג (פון רעכטס צו לינקס, פּ ע ר ק ע ה ר ט ווי די שיינבאַרע בעוועגונג פון דער זון)

זיינען אַנגעמערקט דורך אַנווייזערס. בשעת זיי דרעהען זיך, קומען זיי גאַטירליך אין פערשיעדענע פּאָזיציעס איינע געגענאיבער די אַנדערע. ווי אַזוי אונזער פּלאַנעט קען אויסזעהען אין פערלויף פון איהר יעהר־ליכער רייזע אַרום דער זון, קוקענדיג אויף איהר, למשל, פון ווע־נוס אָדער פון מאַרס, דאָס קענען מיר זיך נור פאָרשטעלען; אָבער ווי אַזוי זיי גלאַנצען אין פערלויף פון זייערע וואַנדערונגען אין אונ־זערע אויגען, דאָס ווייסען מיר דאָך בעשטימט.

אין די קאַפּיטלעך איבער מערקור און ווענוס איז שוין איבער־געגעבען געוואָרען, ווי אַזוי און וואָרום זיי גלאַנצען ניט אַלע מאָל גלייך אין אונזערע אויגען, צייגען פערשיעדענע געשטאַלטען (פאַ־זען). צוליעב די זעלבע אורזאַכען זעהען מיר אויך ניט אַלע מאָל גלייך מאַרס׳עם גלאַנץ. וואָס נעהענטער דיזער שכן אונזערער קומט צו אונז, אַלץ העלער ווערט ער, נאַטירליך, אין אונזערע אויגען. אין די עטליכע מאָנאַט, ווען ער געפינט זיך אַם נעהענטסטען צו אונז, גלאַנצט ער כמעט אַזוי שטאַרק, ווי יופּיטער, און קאָנקורירט אַפילו מיט דער ווענוס. דאָס טרעפט אונגעפעהר אַלע צוויי יאָהר, (גענויער, אַלע 26 מאָנאַט), און דאַן איז עס די בעסטע צייט צו בעאָבאַכטען אויך זיין אָבערפלעך דורך טעלעסקאָפּען.

זיין אָרביט איז ווייניגער צירקולער, אָדער אַסטראָנאָמיש גע־רעדט, מ ע ה ר ע ל י פּ ט י ש פאַר דער אָרביט פון דער ערד. דער אונטערשיעד צווישען זיין נעהענטסטע און ווייטעסטע פּאָזיציעס געגענאיבער די זון איז 4 2 מ י ל י אָ ן ק י ל אָ מ ע ט ע ר, נעמליך: זיין פעריהעליאָן איז 206 מיליאָן קילאָמעטער און זיין אַפהעליאָן איז 248 מיליאָן קילאָמעטער. דורך דעם מוז פאָרקומען אַ בעדייטענדע ענ־דערונג אין דער טעמפּעראַטור און אויך אין שיין אויפ׳ן מאַרס אין דיעזע צוויי פעריאָדען. ווי מיר וועלען עס שפּעטער זעהען, קומט אויך פאָר אויף אונזער פּלאַנעט אַן אונטערשיעד אין די טעמפּע־ראַטורען פון איהר נאָרדליכער און זידליכער העלפטען צוליעב דעם, וואָס איהר אָרביט איז ניט ווי אַ רעגעלמעסיגער צירקעל, נור אַביסעל עליפּטיש. עס איז נעמליך עטוואָס ק ע ל ט ע ר דורכשניטליך אויף דעם זידליכען האַלבקוגעל, איידער אויף דעם נאָרדליכען. און אַזוי ווי די אָרביט פון מאַרס איז בעדייטענד מעהר עליפּטיש, אָדער דער אונטערשיעד צווישען איהר פעריהעליאָן און אַפהעליאָן איז גרעסער,

ווי פון דער אַרביט פון דער ערד, מוז דער אונטערשיעד אין די טעמ־פעראַטורען דאָרטען פאָלגליך אויך זיין גרעסער צוליעב דעם, אויסער דעם וואָס אויפ׳ן מאַרס מוז בכלל זיין קיהלער און דונקע־לער, ווי אויף דער ערד, ווייל ער איז ווייטער פון דער זון.

פּרובירט ציהען אַ גלייכע ליניע דורך דעם צענטער פון דער שוואַרצער קייקעלע אין מיטען פון דער צייכנונג 26 (זי רעפּרעזענ־טירט די זון) און דורך דעם צענטער פון דער קייקעלע, וועלכע שטעלט פאָר די ערד. דיעזע ליניע וועט איבערהאַקען יעדע פון די אַרביטען אין צוויי פּונקטען, איינער אם נעהענטסטען צו דער ערד און דער אַנדערער אַם ווייטעסטען פון דער ערד. מען דאַרף ניט זיין אַן אַסטראָנאָם צו פערשטעהען, אַז ווען אַ פּלאַנעט, לאָמיר זאָגען מאַרס, וועט זיך געפינען אין דעם נעהענטסטען פּונקט צו אונז, וועט זי אין אונזערע אויגען גלענצען העלער, ווי ווען זי וועט זיך געפינען אין דעם ווייטעסטען פּונקט צו אונז, גראַדע געגענאיבער אויף איהר אַרביט. אין דעם ערשטען פאַל וועט מאַרס זיין ווייט פון דער ערד אונגעפעהר 42 מיליאָן קילאָמעטער, נעמליך: די ווייטקייט פון מאַרס ביז צו דער זון מינוס די ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון, און אין דעם צווייטען פאַל וועט שוין מאַרס זיין ווייטער פון דער ערד מיט דער **גאַנצער לענג פון** דעם דיאַמעטער פון דער ערד׳ס אַרביט (און דאָס איז דורכשניטליך אין רונדע ציפער 300 מיליאָן קילאָ־מעטער). און ווען, דרעהענדיג זיך אייביג אַרום דער זון, טרעפט עס, אַז בשעת דער מאַרס דערגרייכט זיין נעהענטסטע פּאָזיציע רעס־פּעקטיוו צו דער ערד, געפינט ער זיך אויך אַם נעהענטסטען צו דער זון (אַסטראָנאָמיש גערעדט: אין פּעריהעליאָן, און דאַן זיינען דיזע ביידע פּלאַנעטען ענטפערנט סך הכל 56 מיליאָן קי־לאָמעטער) — זעהען מיר איהם טאַקע אין זיין גרעסטען גלאַנץ.

אָט דיעזע ענדערונגען אין דעם גלאַנץ פון מאַרס, וועלכע זיינען דער רעזולטאַט פון דעם אויבען־אַנגעצייגטען אונטערשיעד אין זיינע ווייטקייטען פון דער זון (מיט איין וואָרט רופט מען עס: עקסצענ־טריציטעט), האָט עס געפיהרט דעם געניאַלען דייטשען אַסטראָנאָם קעפּלער צו דער גרויסער ענטדעקונג, אַז די אַרביטען פון די פּלאַנעטען זיינען ניט אמת׳ע צירקלען, נור עליפּסען, ווי דאָס

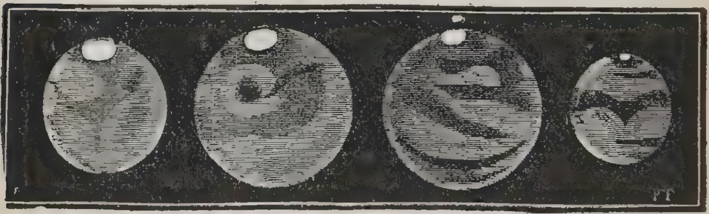
וועט אויספיהרליך ערקלערט ווערען אין א ווייטערען קאפּיטעל. ער האט זיך דערביי געשטיצט אויף די בעאבאכטונגען פון אנדערע בע־וואוסטע אסטראנאמען, ספּעציעל פון טיכא דע בראהע, וועגען די נעהענטערע פּאזיציעס פון דער ערד און פון מארס, און עס האט איהם גענומען ניט ווייניגער פון 17 יאהר קאפּברעכענעס, אום צו קומען צום שלוס, אז די בעוועגונגען פון די פּלאנעטען ארום דער זון קומען ניט פאר אין אמת'ע צירקלען, נור אין געוויסע לענגליכע קרייזען, גענאנט עליפּסען.

אבוואהל מארס איז פיעל ווייטער פון דער ערד ווי ווענוס, דאך איז ער אונז פיעל מעהר בעקאנט ווי זי. מיר ווייסען איבערהויפּט מעהר וואס עס טהוט זיך ביי אונזער רויטען שכן, ווי ביי אלע אנ־דערע פּלאנעטען. דאס קומט ספּעציעל דערפון, וואס מיר זעהען איהם קיין מאל ניט פערוואלקענט. אויב ער איז ארומגערינגעלט מיט א מין לופט, אזוי ווי אונזער ערד־קוגעל, איז ער אבער שטענדיג זעהר לויטער, אהן שום וואלקענס, וואס עס האט אנפאנגס געפיהרט אסטראנאמען צום שלוס, אז דארטען גע־פינט זיך גאר קיין וואסער ניט.

מען האט דארום געקענט בעמערקען געוויסע פלעקען אויף מארס'עס אבערפלעך אפילו דורך קליינע טעלעסקאפּען. דיזע פלעקען האבען שוין געגעבען דעם פראנצויזישען אסטראנאם קאסיני צו בע־שטימען אין 1666 (מיט 24 יאהר נאך גאלילעא'ס טויט), ווי לאנג עס דויערט אונזער רויטען שכן צו דערלאנגען זיך א דרעה ארום זיך זעלבסט. נאך פיעלע זארגפעלטיגע בעאבאכטונגען האט מען פעסט־געשטעלט, אז עס נעהמט מארס'ן צו מאכען אזא בעוועגונג עטוואס מעהר ווי אונזער ערד, נעמליך: 24 שטונדען, 37 מינוט און 23 סע־קונדען. טאג און נאכט זיינען דארטען אלזא כמעט אזוי, ווי אויף דער ערד. עס איז גענוג נאכצושפּירען א פלעק אויף מארס'עס אבערפלעך אונגעפעהר א שטונדע דורך א טעלעסקאפּ, אום צו איבערצייגען זיך, ווי ער דרעהט זיך ארום זיין אקס.

אויפ'ן מארס זיינען די יאהרעס־צייטען זעהר עהנליך צו אונזערע, בלויז זיי זיינען אונגעפעהר צוויי מאל לענגער, ווייל ער מאכט דאך זיין רייזע ארום דער זון אין קנאפּע צוויי יאהר. אסטראנאמען האבען אויסגעפונען, אז דאס וואס מען רופט „אבליקוויטעט פון עקליפּטיק“

און וואס עס וועט ערקלערט ווערען אין א קאפיטעל איבער די בעוועגונגען פון אונזער ערד־קוגעל, איז כמעט דיזעלבע פאר אונזער פלאנעט און פאר מארס'ן. אזוי ווי דיזע אבליקוויטעט אדער צוגעבויגענקייט איז עס די אורזאכע, ווארום די טעג און די נעכט זיינען ניט גלייך אין פערשיעדענע צייטען פון יאהר אויף דער ערד, דארום מוז עס אויך אזוי זיין אויפ'ן מארס.



ציינונג 27.—די ווייסע פלעקען ארום מארס'עס נארד־פאל.

מיר ברויכען ניט צו מאכען א רייזע אויפ'ן מארס, אום צו וויסען, ווען עס איז דארטען זומער אדער ווינטער. דאס ווארפט זיך פשוט אין די אויגען, ווען מען בעטראכט די ענדערונגען פון די ווייסע פלעקען ארום זיינע פאלען. אזוי ווי דיזע פלעקען ווערען אלץ קלענער אין זומער־צייט דארטען, שליסט מען דערפון, אז דאס איז אייז וואס ווערט צושמאלצען אונטער די זונען־שטראהלען. ווי אזוי דיזע ווייסע פלעקען ענדערען זיך, צייגט די צייכנונג נומ. 27. אין דער צייט ווען דער ווייסער פלעק ארום דעם נארד־פאל פון מארס ווערט קלענער, ווערט גראדע דער ווייסער פלעק ארום זיין זיד־פאל גרעסער, אט אזוי ווי דאס קומט פאר מיט די אייז פעלדער אויף אונזער פלאנעט.

דער גרעסטער אונטערשיעד צווישען די ערד און איהר רויטען שכן איז אין זייער גרויס. נאך פיעלע גענויע מעסטונגען האבען אסטראנאמען אויסגערעכענט, אז דער דיאמעטער פון מארס איז 6753 קילאמעטער. דאס איז אונגעפעהר א העלפט פון דעם דיאמעטער פון דער ערד (גענויער: 53 הונדערטלאך). א קרייז ארום איהם איז 21000 קילאמעטער לאנג. זיין אבערפלעך פערנעהמט 27 הונ־

דערטלאַך פון דער ערד'ס אָבערפלעך און זיין וואָלום איז בלויז 16 הונ־
דערטלאַך פון דעם וואָליום פון דער ערד. אונזער רויטער שכן איז,
אַלזאָ, פערהעלטניסמעסיג אַ קליינע פּלאַנעט, אונגעפעהר 6 און האַלב
מאָל קלענער פאַר אונזער ערד־קוגעל און אונגעפעהר 7 און אַ האַלב
מאָל גרעסער פאַר אונזער בעגלייטערין — די לבנה.

אַסטראָנאָמען האָבען ניט נור אויסגעמאָסטען אונזער רויטען שכן
פון אַלע זייטען, זאָנדערן איהם אויך גענוי אָבגעוואָגען, פיעל־פיעל גע־
נויער, ווי מיר געפינען אויס די שווערקייט פון זאַכען אַפילו מיט אונ־
זערע בעסטע וואָגען און וואָגשאָלען. ווי אַזוי מען קען בעווייזען אַזאַ
קונץ, מען מעג זאָגען אַ וואונדער, דאָס וועט ערקלערט ווערען אין אַ
ווייטערען קאַפּיטעל, וואו מיר ווילען זיך אָבשטעלען אויף די אָבוואוגונ־
גען פון דער ערד און פון דער זון. דאָ ווילען מיר בלויז איבערגעבען
די אונטערשטע שורה, אַז מאַרס וועגט אונגעפעהר 9 און אַ האַלב
מאָל ו ו ע נ י ג ע ר פאַר אונזער ערד־קוגעל. זיין דורכשניטליכע
דענסיטעט (געדיכטקייט) איז קנאַפּע דריי־פיערטעל (גענויער: 71־
הונדערטלאַך) פון דער ערד'ס. די גראַוויטעט (שווערקייט) איז דאַרום
פּראָפּאָרציאָנעל אַ קלענערע אויפ'ן מאַרס, ווי אויף דער ערד. מען האָט
אויסגערעכענט, אַז דאָס וואָס וועגט אויף דער ערד, למשל, 100 פונט,
וועט אויפ'ן מאַרס וועגען בלויז 37 פונט.

אויב עס געפינען זיך דאָרטען אַזעלכע שכל'דיגע בעשעפענישען,
ווי מיר זיינען — און דאָס ווערט אַלץ מעהר אַנערקענט אין דער אַסט־
ראָנאָמישער וועלט — מוזען זיי דאַרום אויסזעהן אַנדערש און זיין
אַנדערש געבויט, ווי מיר זיינען עס. זיי זיינען וואַהרשיינליך קלענער,
לייכטער און אויך פלינקער פאַר אונז. ווען זיי זאָלען זיין דורכשניט־
ליך אַזוי הויך, ברייט, שטאַרק און אויך צוזאַמענגעשטעלט פון די זעלבע
שטאָפען ווי מיר, ווילען זיי אָבער דאָך ו ו ע ג ע ן אונגעפעהר אַ
ד ר י ט ע ל פון אונז, און פאָלגליך ווילען זיי קענען העכער שפּרינ־
גען, שנעלער לויפען, טראָגען גרעסערע משאות און בכלל מעהר אויפ־
טהאָן פאַר אונז.

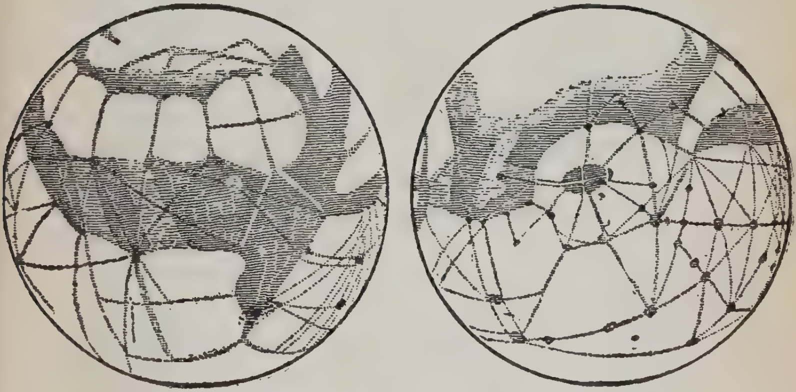
אַז אונזער רויטער שכן, וועלכער איז זעהר עהנליך צו אונזער
פּלאַנעט אין פיעלע פּרטים, איז אויך בעפעלקערט פון מענשען־אַר־
טיגע בעשעפעניסען — דאָס איז שוין לאַנג בעהויפּטעט געוואָרען פון
אַסטראָנאָמען און פון דענקער בכלל. עס איז אייגענטליך ניטאָ קיין

שום גרונד אָנצונעהמען, אַז פון אַלע פּלאַנעטען איז בלויז אונזערע אַרומגערינגעלט מיט פּלאַנצען און חיות.

אין די צייטען, ווען מען האָט גערעכענט, אַז די ערד איז דער צענטער פון אַלע וועלטען, האָט מען אויך געהאַט אַ געוויסען גרונד צו גלויבען, אַז זי איז אַן אויסנאַהם דערמיט, וואָס זי טראָגט אויף זיך אַזעלכע בעשעפעניסען, וועלכע טראָגען אויף זיך דעם „צלם אלהים". בלויז דער געדאַנק, דאָס עס קענען זיך געפינען לעבעדיגע בעשעפעניסען אויף אַן אַנדער פּלאַנעט אָדער שטערן, איז גערעכענט געוועזען אין דער מיטעל־אַלטערליכער קאַטוילישער וועלט פאַר אַזאַ שרעקליכע און גע־פעהרליכע אפּיקורסות, דאָס דערפאַר האָט געקומט פערברענט צו ווע־רען אויף אַ שייטער הויפען. ערשט מיט אַ יאָהר 300 צוריק, נעמליך אין 1600, איז דער בעריהמטער איטאַליענישער פילאָזאָף ד ז ש י־אָ ר ד אַ נ אָ ב ר ו נ אָ פערברענט געוואָרען אין רוים גופא, לויט דעם פּסק דין פון דער הייליגער אינקוויזיציע מיט'ן הייליגען פּאַפּסט, הויפּטזעכליך דערפאַר, וואָס ער האָט געוואַגט אויסצודריקען די מיי־נונג, אַז אויף אַנדערע פּלאַנעטען קענען זיך אויך געפינען לעבעדיגע בעשעפעניסען און אפילו מענשען.

אָבער היינט, אַז מען ווייס שוין אַזוי פּאָזיטיוו, ווי מען קען עפּעס איבערהויפּט וויסען, אַז אונזער פּלאַנעט איז ניט נור אַ פּיצעלע אין דעם וועלט־רוים, זאָנדערן אויך אַ גאַנץ קליינינקער טהייל פון אונזער זונען־סיסטעם — היינט איז עס פּשוט אַן אונזין צו דענקען, אַז נור זי איז עס די יחסן'טע, די „גאָט'ס ערוועהלטע", און אַז אויף אַנדערע פּלאַ־נעטען געפינען זיך גאָר ניט אַזעלכע חכמים, ווי מיר האַלטען זיך אין אונזער גדלות. אויב וועגען מערקור און ווענוס קען מען רעכענען, דאָס די טעמפּעראַטור איז דאָרטען אַ צו הייסע פאַר די עקזיסטענץ פון אָרגאַניזמען, אָדער אַז אויף די פּלאַנעטען, וואָס זיינען צו ווייט פון דער זון, איז די טעמפּעראַטור אַ צו קאַלטע, קען מען עס אָבער ניט זאָגען וועגען אונזער רויטען שכן. דאָרטען איז נאַטירליך פיעל קעל־טער דורכשניטליך, ווי אויף דער ערד; אָבער אויב מיר קענען אויס־האַלטען די שטאַרקסטע פרעסט אין אונזערע פּאָלאַר־געגענדען אין ווינטער, איז ניטאָ קיין גרונד צו צווייפלען, אַז אויפ'ן מאַרס זאָלען מענשען ניט קענען עקזיסטירען וועניגסטענס אין די טראָפּישע גע־גענדען.

אָבער זייט 1877, ווען דער שוין דערמאָנטער גרויסער איטאַליעני־שער אסטראָנאָם ס ק י אַ פּ אַ ר ע ל י האָט אויפגערודערט די גאַנצע ציוויליזירטע וועלט אונזערע מיט דער אָנקינדיגונג, אַז ער האָט דערזעהן אויפ'ן מאַרס אַזעלכע גלייכע ליניעס, וועלכע קענען אַנדערש ניט ער־קלערט ווערען, ווי נור דורך דעם וואָס מען האָט ד אַ ר ט ע ן א ו י ס־ג ע ג ר אָ ב ע ן ק אַ נ אַ ל ע ן, האָט מען שוין אַ שטאַרקען גרונד אָנצונעהמען, אַז דאָרטען געפינען זיך טאַקע מענשען. אין יענעם יאַהר האָט זיך מאַרס געפונען אין זיין נעהענטסטער פּאָזיציע צו דער ערד און מען האָט איהם דאַרום געקענט גוט בעאָבאַכטען.



צייכנונג 28.—די קאַנאַלען אויפ'ן מאַרס.

פיעלע אסטראָנאָמען האָבען עס געוואָלט אָפּלייקענען און מאַנכע לייקענען עס אָפּ ביז היום. אייניגע בעהויפּטען, דאָס סקיאַפּאַרעלי איז גענאַרט געוואָרען פון זיינע אויגען און דאָס אין דער אמת'ן גיבט עס גאָר ניט אַזעלכע ליניעס. אַנדערע בעהויפּטען, אַז אַזעלכע לי־ניעס זיינען גאָר ניט דוקא אַ בעווייז פאַר אויסגעגראָבענע קאַנאַלען. דריטע בעהויפּטען, דאָס פון אַזאַ ווייטקייט וואָלט מען גאָר ניט גע־קענט דערזעהן אַפילו דעם מינדעסטען סמן פון אַ קינסטליכען קאַ־נאַל, ווי ברייט מען זאָל איהם ניט האָבען געהאַט אויסגעגראָבען.

סקיאַפּאַרעלי איז אָבער ניט געבליבען דער איינציגער, וואָס זעהט געוויסע ליניעס אויפ'ן מאַרס. זייט זיין ערשטווינענדע ענטדעקונג האָט

מען זיך, זעלבסטפערשטענדליך, בעזאָנדערס פעראינטערעסירט מיט אונזער רויטען שכן. ווען נור ער דערנעהענטערט זיך צו אונז, שטעלט מען אָן אויף איהם טעלעסקאָפּען אין אַלע אָבסערוואַטאָריעס און מען לאָזט פּשוט ניט אַראָפּ אַן אויג פון איהם.

וועגען דעם, אַז ער איז דורכגעשניטען אין פערשיעדענע ריכטונגען מיט אַ סך גלייכע ליניעס, איז שוין היינט קיין שטרייט ניט צווישען אַסטראָנאָמען. דורך גרויסע טעלעסקאָפּען קען זיי יעדער איינער דער־זעהן. מען איז נאָך ניט איינינ אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט וועגען די אורזאַכען פון אַזעלכע אויסעראָרדענטליכע צייכענס.

אין דער נאַטור, מעג מען זאָגען, גיבט עס ניט אַ גלייכע ליניע. די ברעגען פון ים'ען און פון טייכען זיינען דאָך אַלץ מעהר אָדער ווע־ניגער פערקרימטע. ווען עפּעס פּלאַצט, זיינען דאָך די שפּאַלטען קיין מאָל ניט גלייכע ליניעס, נור אַלץ געזונצעלטע. דערלאַנגט אַ ריס, למשל, אַ שטיקעל פּאַפּיער, וועט דאָס שטענדיג פּאָרקומען אין אַ ליניע וואָס איז גאָר ניט אַ גלייכע.

די ליניעס אָבער, וואָס מען דערזעהט דורך טעלעסקאָפּען אויפ'ן מאַרס, זיינען, ווי געזאָגט, עפּעס אונגעוועהנליך גלייכע. זיי קענען ניט זיין צייכענס פון נאַטירליכע ים'ען און טייכען; אָבער פון דער אַנדער זייט איז עס אויך שווער צו גלויבען, דאָס אויף אַזאַ קליינער פּלאַנעט זאָל מען קענען אויסגראָבען אַזעלכע ברייטע קאַנאַלען, אַז מיר זאָלען זיי קענען בעמערקען אפילו דורך די גרעסטע טעלעסקאָפּען.

די רעזולטאַטען פון זיינע לאַנג־יעהריגע בעאָבאַכטונגען (פון 1877 ביז 1892), אין דער מילאַנער אָבסערוואַטאָריע, האָט סקיאַפּאַרעלי אויך אָנגעמערקט אויף אַ קאַרטע.

איינער פון די אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען זיך ספּעציעל אָבגע־געבען מיט בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען פון מאַרס, איז דער אַמערי־קאַנער פּראָפעסאָר פּערסיוואַל לאָוועל (1855־1916). זייט 1894 האָט ער איהם נאָכגעפּאָלגט אויפ'ן הימעל מיט אַ זעהר גרויסען טעלעסקאָפּ אין דער בעריהמטער אָבסערוואַטאָריע, וועלכע ער האָט אויסגעבויט אויף אַ הויכען באַרג לעבען דער שטאָדט פלאַגסטאַף, אין סטייט אריזאָנאַ. די לופט דאָרטען איז זעהר טרוקען און לויטער, און די בעאָבאַכטונגען ווערען זעלטען ווען געשטערט פון שלעכטע

וועטערס. די רעזולטאטען פון זיינע בעאָבאַכטונגען האָט ער, נאַטיר־ליך, פּערעפענטליכט אין ספּעציעלע זשורנאַלען און רעפּאָרטען פאַר אַסטראָנאָמען. ער האָט דערצו נאָך אָנגעשריבען אויך אַ בוך און אַ סך אַרטיקלען פאַר׳ן גרויסען עולם, אום צו ערקלערען, וואָרום ער איז גע־קומען צום שלוס, אַז אויפ׳ן מאַרס געפינען זיך טאַקע אַזעלכע שׂכל־דיגע בעשעפעניסען, וועלכע האָבען אויסגעגראָבען אַ נעץ מיט קאַ־נאַלען.

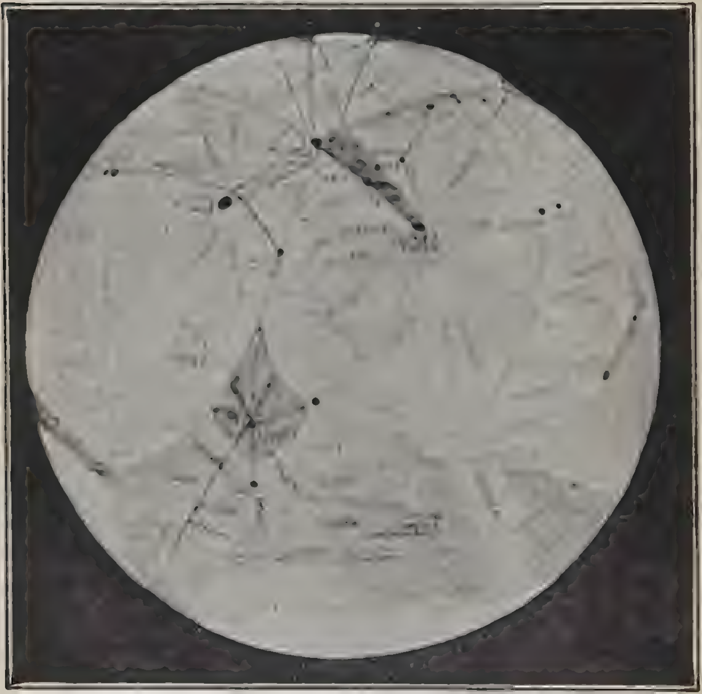
„מען דאַרף ניט מיינען“ — ערקלערט פּראָפעסאָר לאָוועל און צו־זאַמען מיט איהם אַנדערע אַסטראָנאָמען, — „אַז די גלייכע ליניעס זיינען עס די קאַנאַלען גופא, נור דאָס זיינען סמנים פון ברייטע פּ אַ ־ ס ע ן ל אַ נ ד מ י ט ב ו י מ ע ר א ו ן פ ע ר ש י ע ד ע נ ע פּ ל אַ נ צ ע ן ב י י ד י ב ר ע ג ע ן“.

אלס איינעם פון די שלאַגענדסטע בעווייזע דאַפיר ברענגט ער דעם פאַקט, דאָס אַמאָל זיינען דיזע ליניעס מעהר קענטיג און אַמאָל וועניגער קענטיג. דאָס ענגט גראַדע אָפּ פון די י אָ ה ר ע ס ־ צ י י ־ ט ע ן דאָרטען. אי די זומער־מאָנאַטען ווערען דיזע ליניעס אַלץ ק ע נ ט י ג ע ר , וואָס עס ערקלערט זיך דערמיט, אַז דאַן ו ו אַ ק ס ע ן זיך די פלאַנצען פאַנאַנדער אַלץ ווייטער פון די הויפּט־קאַנאַלען.

אין איינצעלהייטען וועגען די וואונדערבאַרע סיסטעם פון די מאַרס־קאַנאַלען קענען מיר זיך דאָ ניט אַריינלאָזען. מאַנכע פון דיזע קאַנאַלען זיינען אויסעראָרדענטליך לאַנג פאַר אַזאַ קליינע פּלאַנעט, נעמליך: 2000 און זאָגאַר 3540 מייל לאַנג, נאָך פּראָפעסאָר לאָוועל׳ס מעסטונגען. זיי זיינען פערבונדען מיט די ווייסע ערטער אַרום די פּאָלען, מיט די געגענדען, וואו עס געפינען זיך די מייסטע ליניעס אין פערשיעדענע ריכטונגען, ווי דאָס איז צו זעהן אויף די צייכנונגען 28 און 29.

איניגע פון דיעזע ליניעס זיינען ד אָ פּ ע ל ט ע , וואָס עס האָט ווידער געפיהרט צו פערשיעדענע השערות און צו גרויסע חילוקי דעות צווישען אַסטראָנאָמען. אַ טהייל פון די בעאָבאַכטער ערקלערען, אַז די „טעלעסקאָפּישע אויג“ נאַרט אונז און מאַכט אונז אַמאָל זעהן דאָ־פּעלט, און אַנדערע ווידער מיינען צוזאַמען מיט פּראָפעסאָר לאָוועל, אַז דאָס זיינען געוויסע אָ ב צ ו ג ס ־ ק אַ נ אַ ל ע ן , אום וואָס מעהר איינצוהאַלטען און איינצושפּאָרען די וואַסערען דאָרטען.

די קארטע פון מארס, וואס פראפעסאר לאוועל האט צוזאמענגע־שטעלט נאך לאנגיעהריגע בעאבאכטונגען און וואס איז קאפירט אויף אונזער צייכנונג 29, ווייזט אונז ו ו י י ס ע פ ל ע ק ע ן ביי ביידע פאלען פון דיזער פלאנעט און א סך ליניעס אין פערשיעדענע ריכטונגען.



צייכנונג 29.—פראפעסאר לאוועל'ס קארטע פון מארס.

טר מיסטעמס אין דער נ א כ ב א ר ש א פ ט פון דיזע פלעקען, וואס עס קען ניט זיין עפּעס א צופאל, נור טאקע דער ר ע ז ו ל ט א ט פ ו ן ד ע ר א ר ב י י ט פון די שכל'דיגע בעשעפעניסען דארטען, וועלכע נויטיגען זיך זעהר שטארק אין וואסער.

די פערשיעדענע געגענדען דאָרטען, ווי פיעל מען קען זיי אונטער־שיידען, ווען מען בעטראַכט זיי דורך די גרעסטע און שאַרפסטע טע־לעסקאָפען פון אונזער צייט, ווערען בעצייכענט מיט נעמען, וועלכע סקיאַפּאַרעלי און אַנדערע אַסטראָנאָמען האָבען זיי געגעבען.

מען דאַרף דאָ האַלטען אין זינען, אַז אין פערגלייך מיט אונזער ערד איז מאַרס זעהר אַ ט ר ו ק ע נ ע פּלאַנעט. וועגען די עק־זיסטענץ פון וואַסער דאָרטען זיינען שוין היינט אַלע אַסטראָנאָמען איינינ. דאָס וואָס די ווייסע פלעקען אַרום די פּאָלען ווערען גרעסער אין ווינטער און קלענער אין זומער, איז אַליין אַ גענוגענדער בעוויין, אַז עס פאַלען דאָרטען אויך רעגען און שנעען. אָבער אַזוי ווי מען בעמערקט דאָרטען ניט עפּעס וואָלקענס, און די אַטמאָספערע איז שטענדיג לויטער, מוז מען אָננעהמען, אַז די ים׳ען דאָרטען פערנעהמען פערהעלטניסמעסיג אַ קליינעם טהייל.

אָט צוליעב דעם וואַסער־מאַנגעל, וועלכער ווערט ערקלערט אויך דערמיט, וואָס מאַרס מוז זיין פיעל ע ל ט ע ר פאַר די ערד, ווייל ער איז ו ו י י ט ע ר פון דער זון (און דאָס מיינט, אַז ער האָט זיך פ ר י ־ה ע ר אָבגעריסען פון איהר, ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען אין דעם קאַפּיטעל איבער די ענטשטעהונג פון אונזער גאַנצער זונען־סיסטעם), זיינען עס די שכל׳דיגע בעשעפעניסען דאָרטען, די „קרוינען“ פון דער מאַרסיאַנער נאַטור, געצוואונגען געווען צו גראָבען אַלץ מעהר קאַנאַ־לען פון די פּאָלאַר־געגענדען, אום ק י נ ס ט ל י ך צ ו ב ע ו ו א ־ס ע ר ע ן זייערע פעלדער אין די וואַרימערע געגענדען, וואו עס פאַלען אַפּנים אַזוי ווייניג רעגען, ווי אין אונזערע גרויסע וויסטענעסען.

* * *

אין דעם זעלבען יאָהר, ווען סקיאַפּאַרעלי האָט ענטדעקט קאַנאַלען אויפ׳ן מאַרס, האָט אַן אַנדער אַסטראָנאָם, אַסאַף האָלל פון דער וואַשינגטאָנער אָבסערוואַטאָריע, ענטדעקט מיט דער הילפע פון דעם בעסטען טעלעסקאָפּ צו יענער צייט צ ו ו י י ל ב נ ו ת א ר ו ם מ אַ ר ס. אונזער רויטער שכן האָט גאָר צוויי בעגלייטערס, אָבער זעהר קליינע און אויך מערקווירדיג פלינקע.

צוליעב זייער קליינקייט האָט מען זיי אַלץ ניט געקענט בעמערקען. און עס איז אָנגענומען געוואָרען, אַז מאַרס האָט ניט קיין סאַטעליטען

(בעגלייטער). מען האָט פון דעסטוועגען ניט אויפגעהערט זיי צו זוכען און מען האָט ניט אויפגעגעבען די האָפנונג זיי אַמאָל צו דערטאַפּען. ענדליך האָט דער אַמעריקאַנער אַסטראָנאָם דערשפּירט אין דער נאַכט פון 11טען אויגוסט 1877 אַ לבנה לעבען מאַרס און מיט 6 נעכט שפּעי־טער אַ צ ו ו י י ט ע, אויף וועלכע קיינער האָט זיך גאָר ניט גע־ריכט.

דאָס האָט ווידער אַזוי ערשטוינט די אַסטראָנאָמישע וועלט, אַז מען האָט אָנפאַנגס זיך ענטזאגט צו גלויבען אין דעם. עס האָט אָבער ניט לאַנג גענומען, ביז מען האָט זיך אין אַנדערע אָבסערוואַטאָריעס איבערצייגט, אַז אזוי איז עס טאַקע — מאַרס איז בעלויכטען פון צוויי לבנות.

זייער ענטדעקער האָט זיי געקרוינט מיט די מיטהאָלאָגישע נעמען „פאָבאָס“ און „דעימאָס“, וואָס עס בעדייטעט: „מורא“ און „שרעק“ *).

דער ערשטער פון זיי איז נעהענטער צום מאַרס און מאַכט זיין רייזע אַרום איהם אין 7 שטונדען 39 מינוט, און דער צווייטער — אין 30 שטונדען 18 מינוט. דאָס האָבען אַסטראָנאָמען אויסגערעכענט מיט מאַטעמאַטישער פּינקטליכקייט.

אויב עס געפינען זיך מענשען אויפ'ן מאַרס, ווי מיר מעגען עס יעצט אָננעהמען גאַנץ זיכער, זעהען זיי וואונדערבאַרע לבנה־נעכט, אַזעלכע וואָס מיר קענען זיך קוים פאָרשטעלען. פּרובירט זיך פאָר־שטעלען, אַז אונזערע נעכט וואָלטען געווען בעלויכטען ניט נור פון צוויי לבנות, זאָנדערן אויך פון אַזעלכע, וואָס איינע פון זיי דרעהט זיך אַרום 3 מ אָ ל אין אַ מעת־לעת און די אַנדערע דרעהט זיך אַרום יעדע 30 שטונדען! וועהרענד אונזער לאַנגזאַמע לבנה מאַכט א י י ן קרייז אויפ'ן הימעל, מאַכט פאָבאָס 9 0 ק ר י י ז ע ן און דעימאָס איבער 22 קרייזען. אויפ'ן מאַרס האָט מען ניט נור עפטערע ליקוי לבנות און ליקוי חמות ווי דאָ, זאָנדערן אויך אזעלכע ערשיינונגען, ווי די פ ע ר ש ט ע ל ו נ ג ע ן פון איין ל ב נ ה ד ו ר ך ד י

*) דאָס קומט פון אַ שטעלע אין האָמער'ס „איליאַדע“, וואו עס ווערט דערצעהלט, אַז דער קריעגס־גאָט מאַרס האָט זיך אראָפּגעלאָזען אויף דער ערד אין דער בעגלייטונג פון פאָבאָס און דעימאָס, אום צו יעהמען נקמה פאַר דעם טויט פון זיין זוהן אסקאָלאַפאָס.

א נ ד ע ר ע אין זייערע שנעלע רייזען. ווי פערשיעדען דאָס איז פון אונזער ערד־וועלט!

עס איז ניט לייכט אָנגעקומען אַסטראָנאָמען אויסצוגעפינען, ווי גרויס דיזע לבנות זיינען. זיי זיינען מערקווירדיג קליין. לויט געוויסע פאָטאָמעטרישע (דאָס מיינט לויט דעם ש י י ן) מעסטונגען האָט איינע פון זיי אַ דיאַמעטער פון 10 קילאָמעטער און די צווייטע — אַ דיאַמעטער פון 12 קילאָמעטער. דאָס איז דאָך קלענער פאר מאַנהעטען איילאַנד, וואָס איז אין שטח אַ קליינער טהייל פון דער שטאָדט ניו יאָרק! קיין וואונדער וואָס מען האָט אזעלכע פּיצינקע הימלישע קערפּערס לאַנג ניט געקענט דערזעהן אפילו דורך גאַנץ גרויסע טעלעסקאָפּען.

וואָס אָנבעלאַנגט זייערע אָרביטען, זיינען זיי גראָדע כמעט ציר־קולערע און זעהר נאָהענט צו זייער קאָמאַנדיר. פאָבאָס געפינט זיך סך הכל 6035 קילאָמעטער ווייט פון מאַרס, און דעימאָס — 20,325 קילאָמעטער ווייט. ווי נאָהנט דאָס איז, קען מען שליסען דערפון, אַז פון דער ערד ביז איהר לבנה איז 384,000 קילאָמעטער. וועהרענד פון אונז ביז צו דער לבנה וואָלט מען געקענט אויסלעגען 29 אַזעלכע קוגלען ווי אונזער פּלאַנעט, איז ניטאָ געגוג פּלאַץ צווישען מאַרס און פאָבאָס אפילו פאר איין אזאַ קוגעל, ווי מאַרס.

דורך די בעוועגונגען פון זיינע לבנות האָבען די אַסטראָנאָמען געקראָגען אַ פערהעלטניסמעסיג לייכטען וועג אויסצורעכענען, ווי גרויס מאַרס איז. פריהער, איידער דיזע לבנות זיינען ענטדעקט געוואָרען, האָט עס גענומען אזאַ גרויסען מאַטעמאַטיקער, ווי ל ע ו ו ע ר י ע, וועלכער האָט על פּי חשבון ענטדעקט די פּלאַנעט נעפּטון, עטליכע מאָנאַט כסדר אויסצורעכענען, ווי גרויס און ווי שווער מאַרס קען זיין; אָבער ווי נור מען האָט עטליכע מאָל נאָכגעשפּירט די בעוועגונגען פון איינער פון זיינע לבנות, האָט מען אין 10 מינוט בעוויזען אויסצו־רעכענען, אַז מאַרס וועגט דריי מיליאָן מאָל וועניגער פאר דער זון און אונגעפעהר 10 מאָל וועניגער פאר דער ערד.

וועגען מאַרס'עס רויטליכען אָבשיין האָט מען נאָך אַלץ ניט אויס־געפונען עטוואָס פּאָזיטיוועס.

קאפיטעל 17.

די קליינע פלאַנעטען צווישען מאַרס און יופיטער.

איידער מיר מאַכען אַ רייזע צו דער נעקסטער פון די אלט־בעקאַנטע פלאַנעטען, צום יופיטער אליין, ווע̃לען מיר זיך אָבשטעלען אויף אַ זעהר גרויסער צאָה̃ל קליינע פלאַנעטען, גענאַנט פלאַנעטאָאידען אָדער אַסטעראָאידען, וועלכע זיינען ענטדעקט געוואָרען אין די ערשטע יאָהרען פון פאָריגען יאָהרהונדערט.

צווישען מאַרס און יופיטער שוועבען און דרעהען זיך אַרום דער זון קליינע הימלישע קערפּערס אין די הונדערטע און אפשר אין די טויזענדע. עס געהט ניט אוועק אַ יאָהר, אַז אַסטראָנאָמען זאָלען ניט ענטדעקען אַ סך אַזעלכע פלאַנעטאָאידען.

אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט האָט מען שוין לאַנג פריהער אָנגעוויזען, אַז די ווייטקייט צווישען מאַרס און יופיטער איז עפּעס אויסעראָרדענטליך, גאָר ניט אין פּראָפּאָרציע צו די ווייטקייטען צווישען די פיער נעהענטערע פלאַנעטען צו דער זון, נעמליך: מערקור, ווענוס, ערד און מאַרס. מען האָט דאַרום געזוכט אַ נייע פלאַנעט צווישען מאַרס און יופיטער און מען האָט ערוואַרטעט אַזעלכע צו דערזעהן דורך גרויסע טעלעסקאָפּען פריהער אָדער שפּעטער.

דער גענִיאַלער קעפּלער, וועלכער האָט מאַטעמאַטיש בעפעסטיגט קאָפּערניקוס'עס לעהרע מיט זיינע אויסרעכנונגען און פונדאַמענטאַלע געזעצע, וועגען וועלכע עס וועט זיין די רעדע אין איינעם פון די קאַפּיטלען איבער דער ערד, האָט שוין אָנגעוויזען, אַז יופיטער איז צו ווייט פון מאַרס. דאָס וואַרפט זיך פּשוט אין די אויגען, ווען מען ווייס נור, ווי ווייט פון דער זון עס זיינען די אַנדערע פלאַנעטען.

אין 1772 האָט אַן אַסטראָנאָם מיט'ן נאָמען טיציוס געמאַכט געוויסע רעכנונגען וועגען די ווייטקייטען פון די פלאַנעטען, אום צו צייגען אַ געוויסע רעגעלמעסיגקייט אין דעם, עפּעס ווי אַ נאַטור־געזעץ. נאָך דיזע רעכנונגען, וועלכע ווערען גערופען „טיציוס'עס געזעץ", איז אויסגעקומען, אַז אויף אַ בעשטימטער ווייטקייט צווישען מאַרס און יופיטער מוז זיך געפינען אַ נייע

פלאנעט. שפּעטערע ענטדעקונגען האָבען אָבער בעוויזען, אַז דיזע אויסרעכנונגען שטימען ניט אין אַלע פּרטים מיט דער ווירקליכקייט; און אַזוי ווי אין דער נאַטורוויסענשאַפט נעהמט מען אָן נור דאָס, וואָס עס קען גרינדליך און אונבעשטרייטבאר בעוויזען ווערען, דארום האָט מען דעם דאָזיגען געזעץ פערוואָרפען.

יעדענפאַלס איז אויך דיזע אַסטראָנאָמישע נבואה מקוים געוואָרען. אָבער אָנשטאָט איין פּלאַנעט האָט מען ענטדעקט אַ גאַנצע מחנה, און דאָס האָט שוין קיינער ניט ערוואַרטעט און גאָר ניט געקענט ער־וואַרטען.

דיזע ערשטוינענדע ענטדעקונג איז געמאַכט געוואָרען אַזוי: דעם ערשטען יאַנואַר 1801 האָט אַן איטאַליענישער גלח מיט'ן נאָמען פּיאַזי, וועלכער איז אויך געווען אַן אַסטראָנאָם, דערזעהן עטליכע קליינע שטערן אין דער קאָנסטעלאַציאָן „טאָורוס" (מזל שור) און האָט פערצייכענט גענוי זייער פּאָזיציע. דאַן האָט ער זיך ארומגעזעהן, אַז איינע פון זיי האָט ער פריהער קיין מאָל ניט בעמערקט. דעם נעקסטען אבענד האָט ער ווידער אָנגעשטעלט זיין טעלעסקאָפּ אין דער אָבסערוואַטאָריע פון פּאַלערמאָ (סיציליען) אויף דעם זעלבען הימ־לישען פּונקט, אָבער ער האָט שוין דאָרטען ניט געפונען דעם אונבע־קאַנטען שטערן, נור עטוואָס אָן אַזייט. ער האָט נאָכגע־פאָלגט דיזען שטערן און האָט אויסגעפונען, אַז ביז דעם 12טען יאַנואר האָט ער זיך בעוועגט ריקווערטס, אַלץ רעטראָגראַדירט; נאכהער האָט ער זיך אָבגעשטעלט און גענומען זיך בעוועגען אין אַ געגענזייטיגער ריכטונג, נעמליך: פון מערב צו מזרח, ווי דאָס איז דער פאַל מיט דער לבנה און מיט פּלאַנעטען בכלל.

טראָץ דיזע פּלאַנעטען־מעסיגע בעוועגונגען פון דעם נייען שטערן, האָט פּיאַזי דאָך צוערשט אָנגענומען, אַז דאָס איז עפּעס אַ קאָמעט, אַזוי ווי דאָס איז פאָרגעקומען מיט דעם גרויסען אַסטראָנאָם וויליאַם הערשעל מיט 20 יאָהר פריהער, בשעת ער האָט ענט־דעקט די פּלאַנעט אוראַנוס, מיט וועלכער מיר וועלען זיך באַלד בעקענען. אָבער אַזוי שנעל ווי פּיאַזי'ס ענטדעקונג איז בעקאַנט געמאַכט געוואָרען, האָבען אַנדערע אַסטראָנאָמען ערקלערט, אַז דאָס קען נור זיין אַ נייע פּלאַנעט.

און אַזוי איז עס טאַקע. דיזער וואונדערבאַרער שטערן, וואָס פּיאַזי האָט אַ נאָמען געגעבען „סערעס“ (גראַדע נאָך דעם נאָמען פון אַ מיטהאָלאָגישער געטין), איז איינער פון די צאָהלרייכע פּלאַנעטאָאידען, וואָס שוועבען צווישען מאַרס און יופּיטער.

דעם נעקסטען יאָהר האָט דער דייטשער אַסטראָנאָם אָ ל ב ע ר ס בעמערקט אין דער קאָנסטעלאַציאָן פון „צווילינג“ (מזל תאומים) עפּעס גאָר אַ נייען וואַנדערנדען שטערן. נאָך אייניגע בעאָבאַכטונגען איז עס פעסטגעשטעלט געוואָרען, אַז דאָס איז אַ פּלאַנעט, וואָס איז אַ גאַנץ נאָהנטע שכנה פון דער „סערעס“. מען האָט איהר אַ נאָמען געגעבען „פּאַלאַס“ (נאָך דעם נאָמען פון אַ גריכישער געטין פון קריעג). נאָכשפּירענדיג זייערע בעוועגונגען, האָט מען אויסגערעכענט, אַז „סע־רעס“ מאַכט דורך איהר רייזע אַרום דער זון אין 1686 טעג און „פּאַ־לאַס“ — אין 1681 טעג. זייערע אָרביטען זיינען, אַלזאָ, כמעט די זעלבע.

אין 1804 האָט דער אַסטראָנאָם האַרדינג ענטדעקט אַ דריטע פּלאַנעט, וועלכע האָט געקראָגען דעם נאָמען פון יופּיטער׳ס פרוי, די געטין פון הימעל יונאָ (ענגליש: דזשיונאָ), און וועלכע מאַכט דורך איהר רייזע אַרום דער זון אין 1592 טעג, אַלזאָ אין נאָהענטע שכונות פון „סערעס“ און „פּאַלאַס“.

נאָך דיזע ענטדעקונגען האָט אָ ל ב ע ר ס אויסגעפונען, אַז די אָרביטען פון דיזע דריי פּלאַנעטען ק ר י י צ ע ן ז י ך א י ב ע ר אין דער קאָנסטעלאַציאָן פון דער „יונגפרוי“ (מזל בתולה), און אויף דעם גרונד האָט ער געמאַכט די השערה, אַז דאָס זאָלען זיין ש ט י ק ע ר פ ו ן א י י ן ג ע פּ ל אַ צ ט ע ר ג ר ו י ס ע ר פּ ל אַ נ ע ט.

אום דאָס צו בעשטעטיגען, האָט ער גענומען בעאָבאַכטען זעהר אויפמערקזאַם דעם הימעל אין דיזער שטערן־גרופּע, און אין 1807 איז איהם געלונגען צו ענטדעקען אַ פערטע פּלאַנעט, וועלכע ער האָט אָנגע־רופען מיט׳ן נאָמען פון דער רוימישער פייער־געטין „וועסטאַ“ און וועלכע וואַנדערט אַרום דער זון אין 1326 טעג. דאָס איז די העלסטע פון אַלע ביז יעצט ענטדעקטע קליינע פּלאַנעטען. מען קען איהר מאַנכעס מאָל בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען (נאַטירליך, ווען מען ווייס גענוי וואו איהר צו זוכען).

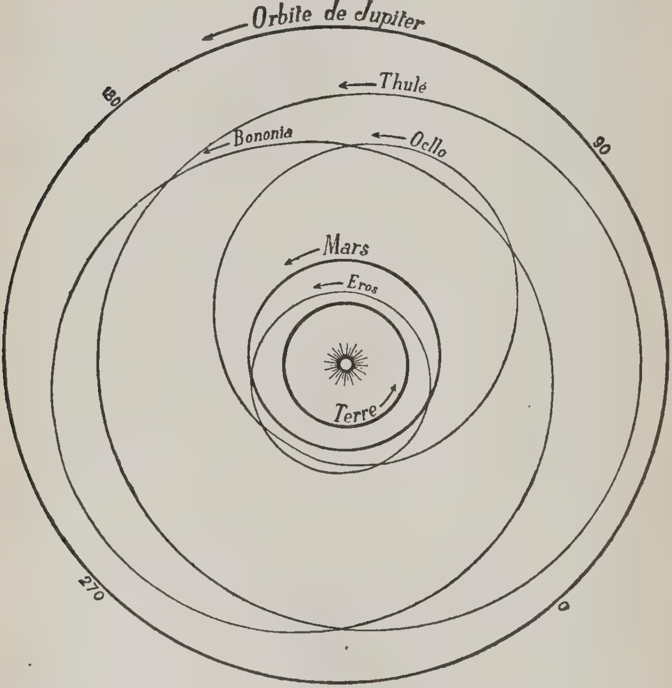
עס זיינען נאָכהער פּאַראיבער גאַנצע 38 יאָהר, ביז מען האָט ענט־דעקט אַ פינפטע קליינע פּלאַנעט. די הויפּט אורזאַך דערפון איז געווען,

וואָס מען האָט אין דער עשטער העלפט פון 19טען יאָהרהונדערט נאָך ניט געהאַט גוטע שטערן־קאַרטען, זאָ דאָס עס איז שווער געוועזן צו בעשטימען גענוי די ערשיינונג פון אַ נייעם שטערן. היינט, ווי שוין בעמערקט, געהט ניט פאַראיבער אַ יאָהר, אַז מען זאָל ניט ענטדעקען עטליכע נייע פּלאַנעטאָאידען. אין דער צווייטער העלפט פון פאָריגען יאָהרהונדערט זיינען ענטדעקט געוואָרען איבער 500 קליינע פּלאַנע־טען, אַלץ צווישען מאַרס און יופּיטער און מייסטענס זעהר נאָהנט איינע לעבען די אַנדערע. אַן עסטרייכער אַסטראָנאָם מיט'ן נאָמען פּ אַ ל י ס אַ האָט ענטדעקט 68 און דער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם ש אַ ר ל ו אַ פון דער אָבסערוואַטאָריע אין ניצאַ האָט ענטדעקט איבער הונדערט פּלאַנעטאָאידען.

מען דאַרף זיך בעוואָפנען טאַקע מיט אייזערנע געדולד, אום נאָכ־צושפּירען אַזעלכע ערשטוינענד־קליינע הימלישע קערפּער, ווי דאָס זיי־נען די פּלאַנעטאָאידען. ווער עס האָט ניט פערבראַכט נעכט אין אָב־סערוואַטאָריעס קוקענדיג אַלץ דורך טעלעסקאָפּען אויפ'ן הימעל, טאָ־מער וועט ער בעמערקען עפּעס נייעס, דער קען עס גאָר ניט בעגרייפען. אויסער געדולד, מוז מען אויך זיין פשוט פערליעבט אין אַזעלכע בע־אָבאַכטונגען. נור אַז עס געפינען זיך אַזוי פיעל מענשען, וואָס האָ־בען די געדולד אָבצוזיצען גאַנצע טעג מיט אַ וועגדקע אין דער האַנד, טאָמער וועט זיי געלינגען צו פאַנגען אַ פישעלע, דאַרפען דאָך גע־וויס זיין אַזעלכע ליעבהאָבער פון שטערנזעהעריי און פון אַסטראָנאָ־מיע בכלל, וואָס ווידמען זייער גאַנצען לעבען צו טעלעסקאָפּישע בעאָבאַכטונגען, צו פערשיעדענע אַסטראָנאָמישע מעסטונגען און אויס־רעכנונגען טאַקע לשם שמים.

אַלע ביז יעצט ענטדעקטע פּלאַנעטאָאידען זיינען זעהר קליינע. די גרעסטע פון זיי, וועסטאַ, האָט אַ דיאַמעטער פון אונגעפעהר 400 קילאָמעטער. שטעלט זיך פאָר קוגלען אָדער קוילען, וואָס זייערע דיאַמעטערס זיינען עטליכע מייל לאַנג און וואָס דרעהען זיך אַרום דער זון אַזוי רעגעלמעסיג און לויט די זעלבע אייביגע געזעץ, ווי די ערד און אַלע גרויסע פּלאַנעטען, און איהר וועט דאַן האָבען אַ בעגריף, וואָס דאָס איז אַזוינס אַ פּלאַנעטאָאיד. מיט דער הילפע פון קונ־ציגע מעסטונגס אינסטרומענטען קען מען אויסגעפינען די ווייטקיי־טען און די שנעלקייטען פון די בעוועגונגען פון די קליינע פּלאַנעטען

אזוי ווי פון די גרויסע, ווייל זיי פאָלגען אַלע די זעלבע נאַטורגעזעץ. עס קומט נור אָן אַלץ שווערער דאָס אויסצוגעפינען, וואָס קלענער עס איז א פּלאַנעטאָאיד.



ציוכנונג 31.—די אָרביטען פון דער ערד (פערצייכענט מיט'ן פראַנצויזישען וואָרט „טערר“), מאַרס, יופּיטער און פון 4 קליינע פּלאַנעטען.

דיעזע קליינע פּלאַנעטען דרעהען זיך, ווי געזאָגט, אין דעם רוים צווישען מאַרס און יופּיטער; אָבער אין 1898 האָט מען ענטדעקט א פּלאַנעטאָאיד, וואָס איהר אָרביט איז דורכשניטליך נעהענטער צו דער זון פאַר דער אָרביט פון מאַרס. מען האָט איהר געקרוינט מיט'ן נאָמען פון גריכישען גאָט פון ליעבע „עראָס“.

אויף דער צייכנונג 31 זיינען פאַרגעשטעלט די אָרביטען פון איי־ניגע פּלאַנעטאָאידען, ווי אויך פון דער ערד, פון מאַרס און פון יופּיטער אין דער פּראָפּאָרציע צו זייערע ווייטקייטען פון דער זון. מיר זעהען, אַז מאַנכע פון דיעזע אָרביטען קרייצען זיך איבער אין געוויסע פּונקטען. מיר זעהען אויך, אַז דיעזע אָרביטען זיינען ניט רעגעלמעסיגע סירקלען, נור ע ל י פּ ס ע ן, וועלכע זיינען מעהר אָדער וועניגער נאָהענט צו אַ סירקעל. בעטראַכט זיי אויפמערקזאַם אויף דער צייכנונג 31, ספּעציעל די אָרביט פון עראָס, וועלכע איז אונגעפעהר אין איין העלפט נ ע ה ע נ ט ע ר פאַר'ן מאַרס צו דער ערד (וואַנדערט אַלזאָ צ ו ו י ש ע ן די ערד און דעם מאַרס) און אין דער אַנדער העלפט ו ו י י ט ע ר פאַר'ן מאַרס פון דער ערד.

די ווייטעסטע פון די פּאַרלויפיג ענטדעקטע פּלאַנעטאָאידען (וויי־טעסטע פון דער זון, אָבער נעהענטסטע צום יופּיטער) טראָגט דעם נאָמען „טהולע“. אַננעהמענדיג די דורכשניטליכע ווייטקייט פון דער ערד'ס אָרביט פאַר אַן איינס (און דאָס איז אַ לענג פון 149 מיליאָן קילאָמעטער), זיינען די דורכשניטליכע ווייטקייטען פון די אַנדערע פּלאַנעטען אויף צייכנונג 31 אַזוי: ע ר אָ ס — 1.46, מ אַ ר ס — 1.62, אָ ק ל אָ — 2.59, ב אָ נ אָ נ י אָ — 3.96, ט ה ו ל ע — 4.26 און י ו פּ י ט ע ר — 5.20. די דורכשניטליכע ווייטקייט צווישען טהולע און יופּיטער איז 140 מיליאָן קילאָמעטער (דיעזע רעכנונג איז אַן איינפאַכע, נעמליך אַזוי: 5.20 — 4.26 איז 0.94 אָדער 94 הונדערטלעד פון דער ערד'ס ווייטקייט פון דער זון).

מיר וועלען זיך אָבער ניט פערנעהמען מיט רעכנונגען און איינצעל־הייטען וועגען אירגענד וועלכע פון די פּלאַנעטאָאידען און וועלען זיך אָבשטעלען אויף דער אַלגעמיינער פראַגע וועגען זיי, נעמליך: וואָרום וואַנדערן זיי ב ע ז ו נ ד ע ר און בילדען ניט א י י ן פּלאַנעט?

צוערשט האָט מען אָנגענומען די אויבענגעבראַכטע השערה פון דעם אַסטראָנאָם אָלבערס, אַז דאָס זיינען אַלץ טהיילען פון אַ צוריי־סענער אָדער געפּלאַצטער פּלאַנעט. מען האָט אויסגערעכענט אויף דעם גרונד פון דער אַלגעמיינער טהעאָריע וועגען אונזער זונען־סיס־טעם, אַז ווי גרויס עס זאָל ניט זיין די צ אָ ה ל פון די פּלאַנעטאָ־אידען, קענען זיי אַ ל ע צ ו ז א מ ע ן נ י ט ז י י ן ג ר ע ס ע ר

פאר איין־פערטעל פון דער ערד, און מען האט דערפון אויך געשלאסען, אז צוליעב די צוציהונגס־קראפט פון אזא ריזיגער פלאנעט, ווי יופיטער, וואס איז 1279 מאל גרעסער אין אומפאנג פאר דער ערד, האט אזא קליינע פלאנעט ניט געקענט זיך צוזאמענהאלטען.

אבער ווען מען האט אויסגעפארשט מעהר די ארביטען פון דיזע פלאנעטאאידען און אויסגעפונען אזעלכע ווי די אויבענדערמאנטע „עראס“, וועלכע דרעהט זיך טהיילווייז צווישען די ערד און דעם מארס, ווי אויבען אנגעוויזען, האט מען געמוזט פערווארפען אלבערס׳עס השערה און זוכען אן אנדער ערקלערונג. ווען די פלאנעטאאידען וואל־טען אלע געווען שטיקער פון איין געפלאצטער פלאנעט, וואלטען זייע־רע וועגען ארום דער זון ניט געווען אזוי פערשיעדען אין פיעלע פרטים, ווי דאס ציינט זיך ארויס. זיי וואלטען דאן אלע בעדארפט דורכוואנ־דערען, לויט דער טהעאריע פון גראוויטאציאן (שווערקייט) דעם ארט, וואו די צופלאצונג אדער צוברעקלונג איז פארגעקומען. דאס איז אבער ניט דער פאל. די קליינע פלאנעטען טראגען זיך אויף זעהר ווייטע און אויך זעהר פערשיעדענע וועגען איינע פון די אנדערע, נור זייער ריכטונג איז די זעלבע, אט ווי פון די גרויסע פלאנע־טען, נעמליך: פון מערב צו מזרח (בעטראכט די אנווייזערס אויף צייכנונג 31).

מען נעהמט דארום היינט אן אין דער אסטראנאמישער וועלט, אז דורך די געוואלדיגע צוציהונגס־קראפט פון יופיטער האט זיך גאר ניט געקענט בילדען איין פלאנעט. אבער נאך אלעמען בלייבט עס פארלויפיג א זעהר שוואכע השערה. מיט דער צייט, ווען מען וועט מעהר אויספארשען די וואנדערונגען פון די קליינע פלאנעטען אין פערלויף פון א סך יאהרען, וועט מען אפשר קענען געבען א פאזיטיווע ערקלערונג, ווארום עס טראגען זיך ארום גראדע צווישען מארס און יופיטער הונדערטע און פיליכט טויזענדע קליינע פלאנעטען.

קאפיטעל 18.

די פלאנעט יופיטער מיט איהרע פינף לבנות.

לאָמיר זיך יעצט אָבשטעלען אין אונזער הימלישער רייזע אויף דער גרעסטער פון אַלע פלאנעטען פון אונזער זונען־סיסטעם, אויפ'ן אַלט־בעקאנטען יופיטער אַליין.

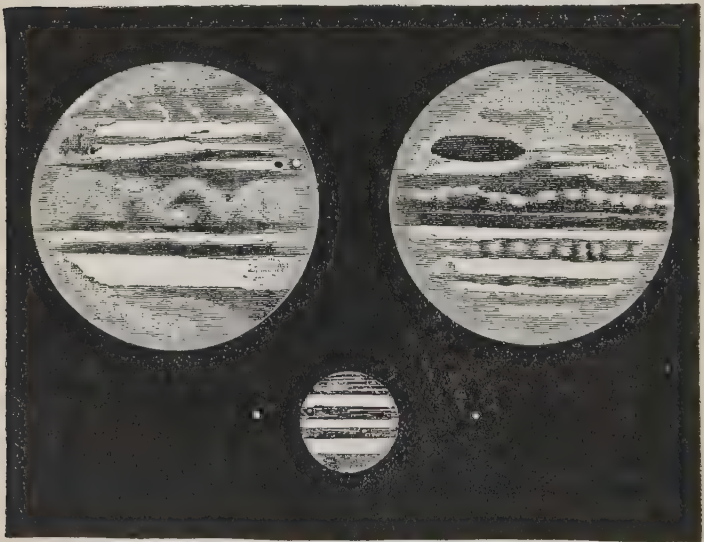
בשעת מען זעהט דיעזען זעהר גלענצענדען פונקט אויפ'ן הימלישען געוועלב, איז גאָר שווער זיך פאָרצושטעלען, אַז דאָס איז אַ פלאַנעט, וואָס איז 309 מאָל שווערער און 1279 מאָל גרעסער (אין וואָליום אָדער אומפאַנג) פאַר אונזער ערדקוגעל. אויב עס געפינען זיך דאָרטען אַזעלכע קלוגע ברואים און „קרוינען פון דער נאַטור", ווי מיר מיינען עס אין אונזער גדלות אויף אונזער פיצעלע פון דעם וועלט־רוים, אַט אויף אונזער עומק הבכה, וואָס פאַר אַ ריזיגען ערדקוגעל זיי האָבען עס פאַר זיך! און אויב זיי פיהרען אויך מלחמות, ווי מיר מיט אַלע אונזערע חכמות און פיעל־פערשריענער ציוויליזאַציע, וואָס פאַר ריזיגע לענדער די פעלקער דאָרטען האָבען עס צו פערכאַפּען איינע ביי די אַנדערע!

ווער עס האָט איינמאָל בעטראַכט יופיטער'ן אין אַ שטערנדיגער נאַכט, דער וועט איהם לייכט דערקענען נאָך זיין רוהיגען און, מען מעג זאָגען, מאַיעסטעטישען גלאַנץ. ער שיינט ניט אַזוי העל און ניט אַזוי וויים, ווי די ווענוס, אָבער פיעל העלער פאַר די איבעריגע פלאַנעטען און אויך פאַר אַלע פיקסע שטערן, מיט דער אויסנאַהמע נור פון דעם שוין אונז בעקאַנטען „סיריוס" פון דער קאָנסטעלאַציאָן „גרויסער הונד". צו דער צייט, ווען דיעזער קאַפּיטעל ווערט געשריעבען (נאָוועמבער 1916), איז דער יופיטער אַן אבענד־שטערן: ער גלאַנצט אין מזרח־זייט, ווען עס ווערט נור דונקעל, און אין פערלויף פון דער נאַכט מאַכט ער זיין שיינבאַרע בעוועגונג צו מערב־זייט, אַזוי ווי אַלע אַנדערע הימלישע קערפּער, וועלכע מיר קענען נור זעהען פון אונזערע אָבסערוואַטאָריעס אויף דער ערד.

דאָס קען קיין מאָל ניט פּאַסירען מיט די פלאַנעטען מערקור און ווענוס, ווייל זיי געפינען זיך נעהענטער צו דער זון פאַר אונזער ערד, ווי דאָס איז שוין איבערגעגעבען געוואָרען אין פאָריגע קאַפּיטלען.

דיעזע צוויי פּלאַנעטען קענען מיר קיין מאָל ניט זעהען אין מיטען נאַכט, און אין מזרח־זייט גלענצען זיי נור אין בעשטימטע צייטען בשעת זיי געהען אויף נאָהענט לעבען דער זון.

דורך זיין גלאַנץ קען מען יופּיטער'ן אונטערשיידען פון ערשטען בליק ניט נור פון אַלע אַנדערע פּלאַנעטען, זאָנדערן אויך פון זיין גרויסען קאָנקורענט אין ווינטער־נעכט, פון דעם „סיריוס", וועלכער צייכענט זיך אויס בעזאָנדערס מיט זיין פּונקלען.



צייכנונג 32.—געשטאַלטען פון יופּיטער.

ווי אַזוי יופּיטער זעהט אויס, ווען מען קוקט אויף איהם דורך טעלעסקאָפּען, דאָס ציינט די צייכנונג 32. אַלע מאָל איז זיין אָבער־פלעך פּערשטעלט פון אונזערע בליקען דורך געוויסע פלעקען און פאַסען, וועלכע אַסטראָנאָמען נעהמען אָן פאַר געוויסע וואָלקענס. אויף דער צייכנונג 32 זיינען פאָרגעשטעלט זיינע געשטאַלטען דורך אַ גרעסערען און אַ קלענערען טעלעסקאָפּ. עס פערשטעהט זיך, אַז וואָס

גרעסער דער טעלעסקאָפּ, אַלץ דייטליכער קען מען בעאָבאַכטען די פלעקען און פאַסען אַרום איהם. אונטען אויף דער צייכנונג 32 איז יופּיטער פאַרגעשטעלט, ווי מען זעהט איהם דורך אַ קליינעם טעלע־סקאָפּ צוזאַמען מיט זיינע פיער גרויסע בעגלייטער אָדער לבנות. די פּאָזיציעס פון דיזע לבנות אויף אונזער צייכנונג זיינען פאַרגעשטעלט דורך 4 ווייסע קייקעלעך (איינע רעכטס און דריי לינקס). עס פער־שטעהט זיך, דאָס אַזוי ווי זיי דרעהען זיך אויף פערשיעדענע ווייט־קייטען פון יופּיטער'ן, ווי מיר וועלען עס באַלד זעהען, בייטען זיך אַלץ זייערע רעספּעקטיווע פּאָזיציעס.

יופּיטער'ס גרויס, ווייטקייט, געוויכט, אַרביט, די שנעלקייט פון זיין בעוועגונג אַרום דער זון, א. ז. וו. — דאָס אַלעס איז אויסגערע־כענט געוואָרען פון אַסטראָנאָמען אויף דעם גרונד פון די זעלבע נאַ־טורגעזעץ און מיט די זעלבע מיטעל, ווי פון אַלע אַנדערע פּלאַנעטען. אַז ער איז אַ ריעג צווישען פּלאַנעטען, דאָס האָט מען אויסגעפונען אַזוי שנעל, ווי מען האָט ערפונדען דעם טעלעסקאָפּ.

ווען מען קוקט אויף'ן יופּיטער דורך אַ טעלעסקאָפּ, וואָס פער־גרעסערט אַ זאַך בלויז 40 מאָל, זעהט מען איהם אַזוי ג ר ו י ס, ווי מען זעהט די ל ב נ ה מיט נאַקעטע אויגען. בעוואָפענט מיט אַ פיעל קלענערען טעלעסקאָפּ, קען מען אויך האָבען דעם גרויסען פער־געניגען צו זעהן איהם צוזאַמען מיט זיינע 4 גרויסע לבנות. אַזאַ ווירקליך הימלישען פערגעניגען קען יעדער איינער האָבען אין ניו יאָרק אָדער אין אירגענד וועלכער אַנדער גרויסער שטאָדט פאַר עטליכע סענט, ווען ער זאָל נור זיין נייגעריג אריינצוקוקען אין איינעם פון די טעלעסקאָפּען, וואָס ווערען אויפגעשטעלט אויף עפענטליכע פּלע־צער און גאַסען פון אָרימע לייט, וועלכע מאַכען אַ לעבען דערפון מיט זייער ביסעל קענטשאַפט אין שטערנזעהעריי.*)

*) דורך אַזעלכע געוועהנליכע טעלעסקאָפּען קען מען אויך זעהען די פאַזען פון ווענוס, די רינגען פון סאַטורן, די בערג פון דער לבנה און גע־וויסע פלעקען פון מאַרס. אַזאַ קוק קען מען האָבען אין ניו יאָרק פאַר 10 סענט. פּרובירט טאַקע, לעזער, דערלאַנגען אַמאָל אַזאַ קוק בשעת איהר שפּאַצירט ביי נאַכט אויף דער גאַס און דערזעהט איינעם מיט אַ טעלעסקאָפּ. איהר וועט גייסטיג בעלוינט ווערען גאָר רייך. אַ נייע וועלט וועט זיך עפענען פאַר אייערע ערשטוינטע בליקען. דער אייגענטהימער פון דעם טע־

דער ערשטער בשר ודם אויף אונזער ערדקוגעל, וואָס האָט גע־האַט אַזאַ פּערגעניגען, איז געוועזן דער געניאַלער איטאַליענישער מאַ־טעמאַטיקער און אַסטראָנאָם ג אַ ל י ל ע אָ. דאָס האָט פּאַסירט סך־הכל מיט אַ 300 יאָהר צוריק, נעמליך דעם 7 יאַנואַר 1610. און דיעזע ענטדעקונג, וועלכע האָט אַן אונגעהייערע בעדייטונג אין דער געשיכ־טע פון מענשליכען פּראָגרעס און האָט אָנגעמאַכט אַן איבערקערנעס אין די מוחות דאַמאָלס, איז געמאַכט געוואָרען מיט דער הילפע פון דער דערנעהענטערונגס־גלאָז, וועלכע גאַלילעאָ אַליין, דיעזער וואונ־דערבאַרער מענש,*) האָט צוזאַמענגעשטעלט.

אָנפאַנגס האָט גאַלילעאָ געמיינט, אַז דאָס זיינען שטערן: אָבער ער האָט זיך שנעל אַרומגעזעהען, נאָכשפּירענדיג זייערע בעוועגונגען,

---

לעסקאָפּ וועט אייך שוין פאַר איין גאַנג געבן דערצעהלען אַלעס וואָס ער וויים פון די פּלאַנעטען, וועלכע ער צייגט ווען דאָס וועטער און זייערע פּאָזיציעס אויפ'ן האָריזאָנט ערלויבען עס נור.

*) גאַלילעאָ איז אויך געוועזן איינער פון די אָפּפער פון דער אינקוויזיציאָן. אין 1633, ווען ער איז שוין אַלט געוועזן 70 יאָהר, האָט מען איהם אַריינגעוואָרפען אין אַ תפיסה און געצוואונגען צו שטעהען אויף די קניע און זיך אָבצוזאָגען פון זיין „אַפּיקורסישער“ מיינונג, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון אַזוי ווי די אַנדערע פּלאַנעטען. מיט זיינע טעלעסקאָפּישע ענט־דעקונגען האָט ער בעשטעטיגט און בעוויזען, מעג מען זאָגען, שוואַרץ אויף וויים די לעהרע פון קאָפּערניקוס. ווען דיעזער גרויסער גאון וואָלט ניט געפאָלגט דעם בעפעהל פון דעם אינקוויזיציאָנס־טריבונאַל, וואָלט מען איהם פערברענט לעבעדיגערהייט, אַזוי ווי מען האָט עס געטהאָן אין רוים מיט 33 יאָהר פריהער, ווען די אינקוויזיטאָרען האָבען אַריינגעקראָגען אין זייע־רע בלוטיגע הענד דעם גרויסען דענקער ד ז ש י אָ ר ד אַ נ אָ ב ר ו נ אָ, וועלכער האָט אויך געזוכט צו פערשפּרייטען אין זיינע שריפטען די נייע אַסטראָנאָמישע לעהרע (ברונאָ איז פערברענט געוואָרען לשם שמים אין 1600, ווען ער איז אַלט געוועזן 50 יאָהר). מען דערצעהלט, אַז נאָכדעם ווי גאַ־לילעאָ איז געצוואונגען געוועזן נאָכצוזאָגען די ווערטער פון דער שבועה, וואָס די אינקוויזיטאָרען האָבען פערפאַסט, איז ער אויפגעשפּרונגען אין צאָרן און האָט אויסגעשריען אויף איטאַליעניש:

E pur si muove!

וואָס עס מיינט: „און זי (די ערד) בעוועגט זיך דאָך!“

די אינקוויזיציע האָט איהם געהאַלטען אונטער איהר שטרענגער אויפ־זיכט ביז זיין טויט אין 1642, אָבוואָהל ער איז שוין דאַן געוועזן בלינד.

וועגען דער ערפינדונג פון טעלעסקאָפּ זעה ביילאגע 1.

אז דאָס קענען זיין נור לבנות פון יופּיטער. זיין ענטדעקונג האָט ער דאַן אָנגעקינדיגט דורך אַ בעריהמטען בריף צו דעם געניאַלען מאַ־טעמאַטיקער און אַסטראָנאָם ק ע פּ ל ע ר, מיט וועמען מיר זיינען שוין אַביסעל בעקאַנט פון פריהער און מיט וועמען מיר וועלען זיך מעהר בעקענען שפּעטער.

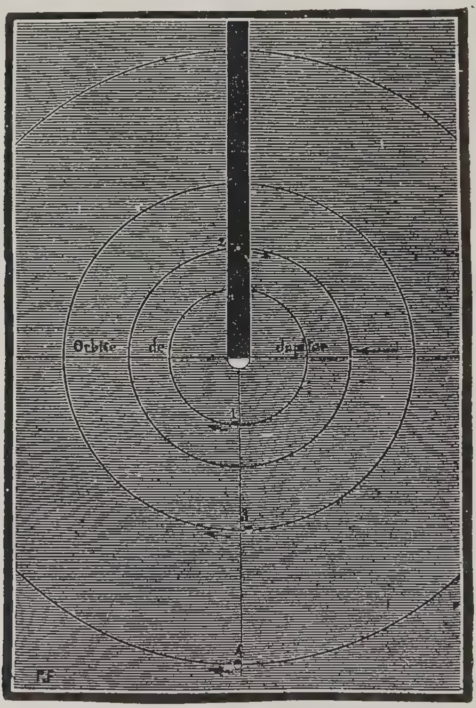
פון גאַלילעאַ'ס ערשטען טעלעסקאָפּ ביז'ן סוף פון 19טען יאָהר־הונדערט האָט מען אַלץ גערעכענט אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט, אַז יופּיטער האָט טאַקע ניט מעהר ווי 4 בעגלייטער. נור אין 1892 האָט דער אַמעריקאַנער אַסטראָנאָם ב אַ ר נ אַ ר ד געהאַט דעם מזל צו דערשפּירען מיט דער הילפע פון דעם בעריהמטען גרויסען טעלעסקאָפּ אין דער ל י ק אָ ב ס ע ר וו אַ ט אָ ר י ע (אויפ'ן בארג האַמילטאָן אין סטייט קאַליפאָרניאַ) אַ פינפטען בעגלייטער, וועלכער איז דער נעהענטסטער צו דיעזער ריזיגער פּלאַנעט. ער איז גראָדע אויך דער קלענסטער. מען מוז קוקען דורך אַ גאַנץ גרויסען טעלע־סקאָפּ, אום צו דערזעהען דיעזע יופּיטער'ס לבנה, וואָס איהר דיאַמע־טער איז סך הכל אַ 160 קילאָמעטער.

דיעזע בעגלייטער אונטערשיידען זיך ניט נור אין זייערע וועיט־קייטען פון יופּיטער, זאָנדערן אויך אין זייער גרויס. די גרעסטע פון זיי איז די פערטע אין וועיטקייט. זי טראָגט דעם נאָמען ג אַ־נ י מ ע ד (נאָך אַ גריכישען מיטהאָלאָגישען העלד און אויך אָב־גאָט). דיעזע לבנה איז כמעט צוויי מאָל גרעסער פאַר מערקור'ן און פינף מאָל גרעסער פאַר אונזער לבנה. איהר דיאַמעטער איז אַרום אַ ה ע ל פ ט פון דער ערד'ס דיאַמעטער.

אַלע קליינע פּלאַנעטען צוזאַמענגענומען, וועלכע טראָגען זיך צווי־שען מאַרס און יופּיטער, ווי דאָס איז איבערגעגעבען אין פריגען קאַ־פּיטעל, זיינען קלענער פאַר גאַנימעד'ן און אויך פאַר די אַנדערע זיינע חברים, פון וועלכע דער ווייטסטער פון יופּיטער, גענאַנט ק אַ ל י־ס ט אָ, האָט אַ דיאַמעטער, וואָס איז אַ ד ר י ט ע ל פון דער ערד'ס דיאַמעטער. אָבער אין פערגלייך מיט'ן יופּיטער זיינען זיי, מעג מען זאָגען, פּיצלעך. אַלע זיינע פינף בעגלייטער צוזאַמען פערנעהמען בלויז אַ 7600־טעל פון איהם אַליין.

זיי אונטערשיידען זיך אויך אין זייער גלאַנץ. אַז זיי זיינען אַלע דונקעלע קערפּערס, דאָס זעהט מען גאַנץ דייטליך בשעת עס

קומט זיי אויס אין זייערע בעגלייטונגען צו געפינען זיך פונקט צווי־
שען די זון און יופיטער אַזוי, אַז זיי וואַרפען אַ שאָטען אויפ'ן יופי־
טער. עס קומען אַזוי פאַר דאָרטען אָפטע ליקוי חמה'ס וועלכע מיר
קענען דאָ בעאָבאַכטען דורך טעלעסקאָפּען.



ציכנונג 33.—דער שאָטען פון יופיטער און די אָרביטען פון זיינע
4 גרויסע לבנות.

פון דער אַנדער זייט, אַזוי ווי יופיטער געפינט זיך פיעל ווייטער פון דער זון פאַר אונזער ערד און איז אַזוי פיעל מאָל גרעסער פון דער ערד, ווי מיר ווייסען עס שוין, וואַרפט ער, נאַטירליך, אַן אונגעהייער לאַנגען שאָטען. מען האָט אויסגערעכענט, אַז דיעזער שאָטען ציהט זיך אויף אַ לענג פון 89 מיליאָן קילאָמעטער. די אַר־

ביטען פון זיינע בעגלייטער שניידען איבער דיעזען שאָטען, און בשעת דיעזע לבנות וואנדערן אַרום איהם, פאַלען זיי אין בעשטימטע פּעריאָדען אריין אין דיעזען שאָטען, און מאַנכעס מאָל אַזוי, אַז זיי ווערען אין גאַנצען פערפינסטערט.

אַזעלכע ליקוי לבנה׳ס קומען פאָר גאַנץ אָפט און האָבען אויך א וויכטיגע פּראַקטישע בעדייטונג אין ים־פאַהרעריי. מען בענוצט זיך מיט זיי נעמליך צו בעשטימען גענוי די צייט, וואָס עס מיינט אויך צו ויסען, אויף וועלכען מ ע ר י ד י א ן פון דער ערד מען געפינט זיך, ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען, ווען מיר וועלען איבערגעבען, ווי אַזוי מען קען טרעפען דעם ריכטיגען וועג אויפ׳ן ים און ווי אַזוי מען קען איבערהויפּט וויסען אין יעדען אָרט, ווי ווייט מען געפינט זיך פון נאָרד אָדער זיד־פּאָל (און אַזא ווייטקייט רופט מען ל א ־ ט י ט י ו ד) און ווי ווייט מען געפינט זיך פון א געוויסען אָנגענומענעם פונקט אויפ׳ן עקוואַטאָר (און אַזאַ ווייטקייט רופט מען ל אָ נ ־ ג י ט י ו ד).

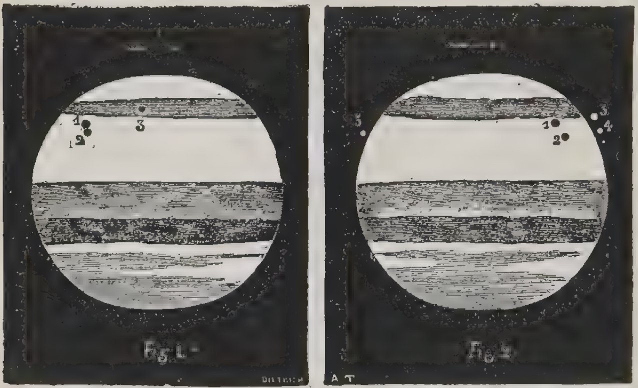
די ליקוי לבנה׳ס פון יופּיטער גיבען אונז אויך אַ גאַנץ לייכטען מיטעל אויסצומעסטען די ווייטקייט פון דער ז ו ן, ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען אין אַ קאַפּיטעל איבער דיעזען דעם צענטער פון אונזער פּלאַנעטען־סיסטעם.

מיר קענען זיך ניט אַריינלאָזען אין אייגצעלהייטען וועגען די בעוועגונגען פון דיעזע לבנות, וועלכע ווערען שאַרף בעאָבאַכטעט אין אָבסערוואַטאָריעס. מיר וועלען זיך בעגנוגענען מיט דער צייכנונג 33, וועלכע צייגט דעם ריזיגען שאָטען פון יופּיטער, אין וועלכע עס פאַלען אַריין זיינע לבנות, און מיט דער צייכנונג 34, וועלכע צייגט מאַנכע פון די רעספּעקטיווע פּאָזיציעס פון דיעזע לבנות, ווי דער בעריהמטער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם פ ל א מ א ר י אָ ן האָט זיי געזעהן און מאַרקירט אין איין נאַכט.

די פיגור 1 (צו דער לינקעם האַנד אויף דער צייכנונג 34) שטעלט פאָר דעם יופּיטער מיט 3 שוואַרצע קייקעלאַך אויף איהם אַרום 8 אוהר 50 מינוט יענעם אבענד. דער שוואַרצער פלעק 1 איז עס דער ש אָ ־ ט ע ן פון דער לבנה „גאַנימעד“; דער פלעק 2 איז דער שאָטען פון דער לבנה מיט׳ן נאָמען „א ו י ר אָ פּ א“; דער פלעק 3 איז עס די לבנה „גאַנימעד“ זעלבסט.

די פיגור 2 (צו דער רעכטער האַנד) שטעלט פאָר דעם יופּיטער מיט זיינע לבנות בלויז מיט 1 שטונדע 42 מינוט שפּעטער. די פלעקען 1 און 2 האָבען שוין אַריבערגעוואַנדערט נאָהענט צום רעכטען ברעג פון יופּיטער'ס דיסק, און עס האָבען זיך בעוויזען 3 לבנות ביי זיינע ביידע זייטען (די ווייסע קייקעלאך).

זיי בעוועגען זיך אַלע פיעל שנעלער פאַר אונזער לבנה. די נע־הענטסטע פון זיי (די ניי־ענטדעקטע און די קלענסטע) מאַכט איהר רייזע אַרום יופּיטער אין אַ קנאַפּען האַלבען טאָג, און די ווייטסטע פון זיי, קאַליסטאָ, מאַכט איהר רייזע אַרום יופּיטער אין



צייכנונג 34.—**די פּאָזיציעס פון יופּיטער'ס לבנות, ווי פלאַמאַריאָן האָט זיי פערצייכענט.**

16 טעג 16 שטונדען 32 מינוט און 11 סעקונדען. אָבוואָהל זי איז 5 מאָל ווייטער פון יופּיטער ווי אונזער לבנה פון דער ערד, דאָך נעהמט עס איהר צו וואַנדערן אויף איהר אָרביט בלויז עטוואָס מעהר ווי אַ העלפט פון דער צייט, וואָס עס דויערט אונזער לבנה צו מאַכען אַ רייזע אַרום דער ערד. דער ריעזיגער בעגלייטער גאַני־מעד, וואָס איז 1,082,000 קילאָמעטער ווייט פון יופּיטער, מאַכט זיין רייזע אין עטוואָס ווענינגער ווי אַ פערטעל פון דער רייזע־צייט פון אונזער לבנה, וועלכע איז נור 384000 קילאָמעטער ווייט.

פון דער ערד. אין דער צייט וואָס אונזער לבנה מאַכט א י י ן קרייז, מאַכט גאַנימעד איבער 4 קרייזען און אויראָפּאַ (די צווייטע פון די 4 גרויסע לבנות) איבער 8 קרייזען. וואָס פאַר אַ געלאַסענע און לאַנג־זאַמע מאַדאַם אונזער לבנה איז עס אין פערגלייך מיט איהרע יופּי־טער'שע חבר'טעס!

אָבער יופּיטער אַליין איז אויך פיעל פלינקער אין זיינע בעוועגונגען פאַר אונזער ערד־קוגעל. אַ טאָג אויפ'ן יופּיטער דויערט נור קנאַפּע 10 שטונדען! אָט דיזע ריזיגע פּלאַנעט דרעהט זיך אַרום זיך מיט אַזאַ שנעלקייט, אַז עס איז גענוג צו בעאָבאַכטען אַ פלעק אויף איהר אָבערפלעך בלויז איין שטונדע, אום ניט נור צו זעהן, ווי ער וואַנדערט אַלץ ווייטער פון מערב צו מזרח, זאָנדערן אויך א ו י ס צ ו ר ע כ ע־נ ע ן, ווי פיעל צייט עס דאַרף נעהמען, אַז ער זאָל מאַכען אַ גאַנצען קרייז און קומען צוריק אויף זיין ערשטע פּאָזיציע (דאָס הייסט, וואו דער פלעק האָט זיך געפונען, בשעת מען האָט איהם צוערשט בעמערקט דורכ'ן טעלעסקאָפּ).

דיזע צייט איז גענוי אויסגערעכענט געוואָרען פון פיעלע אַסטראָ־נאָמען אין פערשיעדענע צייטען, און דער שלוס איז אַלץ דערזעלבער: ווערענד עס נעהמט אונזער ערד־קוגעל 23 שטונדען 56 מינוט 4 מיט 9־הונדערטלאַך סעקונדע צו דערלאַנגען זיך אַ דרעה, נעהמט עס דעם יופּיטער בלויז 9 שטונדען 55 מינוט 20 סעקונדען צו דערלאַנגען זיך אַ דרעה.

דורכשניטליך האָט מען אַזוי אויפ'ן יופּיטער 5 שטונדען טאָג און 5 שטונדען נאַכט. און אַזוי ווי עס דויערט כמעט 12 ערדישע יאָהרען (גענוי: 11 און 86־הונדערטלעך יאָהר) ביז ער מאַכט זיין רייזע אַרום דער זון, מיינט עס אַלזאָ, אַז דאָרטען האָט מען 10,455 ט ע ג א י ן א י י ן ז ו נ ע ן־י אָ ה ר. וואָס פאַר אַ קורצע טעג און וואָס פאַר אַ לאַנגער יאָהר!

און אויב עס געפינען זיך דאָרטען שכל'דיגע בעשעפעניסען צו מעסטען די צייט, וואָס פאַר אַ זאָנדערבאַרען לוח זיי האָבען עס געהאַט צוזאַמענצושטעלען. אויסער אַזוי פיעל טעג מיט אַזעלכע לאַנגע יאָהרעס־צייטען, האָבען זיי דאָך נאָך אַזוי פיעל פערשיעדענע מאָנאַטען, רעכע־נענדיג די בעוועגונגען פון זייערע 5 לבנות! מאַנכע אַסטראָנאָמען האָ־בען פּראָבירט צוזאַמענצושטעלען אַזאַ יופּיטער־לוח על פּי חשבון, און

פאַר אַ גוטען מאַטעמאַטיקער איז עס גאָר ניט אַזאַ שווערע אויפגאַבע, ווי מען קען עס מיינען פון ערשטען בליק.

יעדער פונקט אויפ'ן עקוואַטאָר פון יופּיטער טראָגט זיך מיט אַ שנעלקייט פון 12,450 מעטער פּער סעקונדע, און דאָס איז 2 6 מ אָ ל ש נ ע ל ע ר פאַר יעדען פונקט אויף דעם עקוואַטאָר פון אונזער ערד־קוגעל. צוליעב דיזע שנעלקייט פון זיין דרעהען זיך אַרום זיין אַקס איז יופּיטער געוואָרען צ ו ג ע פּ ל אַ צ י ג ט אַזוי, אַז אַ זאַך וואָס וועגט 12 פונט ביי זיינע פּאָלען, וועגט בלויז 1 1 פּ ו נ ט ביי זיין עקוואַטאָר, ווי מען האָט עס אויסגערעכענט לויט די געזעצע פון גראַוויטאַציאָן. דיזע שנעלקייט פון יופּיטער'ס בעוועגונג האָט אויך גע־פיהרט צו דער בילדונג פון די פּ אַ ס ע ן, וועלכע מיר זעהען אַרום איהם דורך אונזערע טעלעסקאָפּען.

דיזע פּאַסען בלייבען אָבער ניט שטענדיג דיזעלבע. ווען מען בעטראַכט זיי אויפמערקזאַמער, פערפעהלט מען ניט צו בעמערקען, אַז עס קומען פאָר אין זיי פערשיעדענע ענדערונגען ניט נור אין גע־שטאַלט, זאָנדערן אויך אין שיין און קאָליר בייטען זיי זיך. געוועהנליך זעהט אויס יופּיטער'ס מיטלעסטער טהייל, אַ גרויסע שטרעקע בייביידע זייטען פון זיין עקוואַטאָר, ווי אַ ווייסער־פּאַס. נאָכהער, פּאַראַלעל צום עקוואַטאָר, צייגט זיך אַ דונקעלער פּאַס מיט עטוואָס אַ רויטליכער שאַטירונג. ווייטער פּאָלגען פּאַסען ווייסליכע און גרויע. וואָס נע־הענטער צו די פּאָלען, ווערען די שאַטירונגען פון די פּאַסען אַלץ גרויער, נור אַרום די פּאָלען גופא איז דער קאָליר אַ ב ל ו י ל י כ ע ר. אָבער ניט נור ענדערען זיך די געשטאַלטען, די קאָלירען, די ברייט־קייטען פון דיזע פּאַסען מאַנכעס מאָל אַזוי, אַז פון די פריהערע בלייבט עפּעס גאָר קיין סמן ניט, זאָנדערן אַפילו לעבען עקוואַטאָר בעווייזט זיך אַמאָל אַ שוואַרצער פּאַס.

מען האָט אויך בעמערקט שיינענדע ווייסע פלעקען שוועבענדיג איבער דיזע פּאַסען און מאַנכעס מאָל שיינענדע קייקעלאַך, עהנליך צו די לבנות. פאַרוואָס דאָס איז אַזוי, איז נאָך עד היום ניט ערקלערט. איינינגע אַסטראָנאָמען האָבען אָנגענומען, אַז דער יופּיטער לאָזט אַליין אַרויס פון זיך אַ שיין. אַנדערע זיינען געקומען צום שלום, נאָך לאַנגע בעאָבאַכטונגען, אַז ער שפּיגעלט אָפּ פון זיך בלויז 62 פּראָצענט פון די שטראַהלען, וועלכע ער בעקומט פון דער זון. אָבער אין אַזעלכע

איינצעלהייטען קענען מיר זיך ניט ארייגלאָזען אין א פּאָפּולערער אסטראָ־נאָמיע. דאָס זיינען נאָך אלץ גרויסע רעטעניסען אפילו פאַר די גרעסטע אַסטראָנאָמען און פיזיקער.

די פערשיעדענע ענדערונגען אויף דער אָבערפלעך פון יופּיטער, ענדערונגען, וועלכע לאָזען זיך בעמערקען מאנכעס מאָל אין א זעהר קורצע צייט, אין פערלויף פון עטליכע שטונדען, רעכענט מען, זאָלען זיין אַן אָנווייזונג אויף די פייערדיגע און וואולקאַנישע טהעטיגקייטען אין די א י נ ו ו ע נ י ג ס ט ע טהיילען פון דיזער ריזיגער פּלאַנעט דורך דעם, וואָס זי האָט זיך נ אָ ך א ל ץ נ י ט אָ ב ג ע ק י ה ל ט. דורך די היץ, וואָס זי בעקומט פון דער זון קענען אזעלכע ענדערונגען ניט פּאָרקומען, ווייל צוליעב איהר ווייטקייט פון דיזען צענטער פון ליכט און וואַרימקייט פאר די גאַנצע פּלאַנעטען־סיסטעם ווערט זי בעלויכטען און געוואַרימט פון די זונען־שטראַהלען אונגעפעהר 3 0 מ אָ ל ו ו ע נ י ג ע ר פאַר אונזער ערד־קוגעל.

אויב דער יופּיטער איז טאַקע ניט בעדעקט מיט א פערהאַרטע־וועטער הייטעל, ווי אונזער ערד־קוגעל, דאַן מוז ער ניט נור אַרומגע־רינגעלט זיין מיט געדיכטע הייסע פּאַרעס און גאַזען, זאָנדערן מאנכעס מאָל קענען זיי אויך ג ל י מ צ ע ר ן און ש י י נ ע ן, ווי צוגליהטע און צושמאָלצענע מעטאַלען, ווען זיי רייסען זיך אַרויס פון די טיעפע־נעסען דאָרטען.

ווייטער האָט מען אויך געזעהן עפּעס דונקעלע וואָלקענס איבער־קרייצענדיג אין דער קרים די פּאַסען אין פערלויף פון א צימליך לאַנ־גער צייט, אָט ווי דאָס איז פּאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 35, לויט די בעאָבאַכטונגען פון דעם איטאַליענישען אסטראָנאָם טאַקיני דעם 28טען יאַנואַר 1873.

אָט דיזע ענדערונגען פון יופּיטער'ס פּאַסען זיינען נאָך א רעטעניס פאַר אַסטראָנאָמען. אייניגע פאָרשער זיינען אויך דורך דעם געקו־מען צום שלוס, אַז זיין אָבערפלעך בלייבט נאָך הייס און פליסיג, אַזוי ווי דאָס איז געווען אויף אונזער ערד־קוגעל מיט מיליאָנען און מיליאָנען יאָהרען צוריק. אָבוואָהל ער האָט זיך געמוזט אָברייסען פון דער זון, לויט דער השערה פון דעם בעריהמטען פראַנצויזישען מאַטע־מאַטיקער און אַסטראָנאָם ל אַ פּ ל אַ ס (מיט דיזער השערה וועלען מיר זיך בעקענען אין א ווייטערען קאַפּיטעל) פיעל פריהער פאַר אונזער

ערד־קוגעל, ווייל ער שוועבט דאָך אַזוי פיעל ווייטער פון דער זון. דאָך רעכענט מען אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט, אַז צוליעב זיין גרויס האָט ער זיך נאָך אַליין ניט געקענט אָבקיהלען אַזוי ווי די ערד.

נאָך אַ גרונד וואָרום מען רעכענט, אַז דער יופּיטער איז פיעל הייסער פאַר אונזער ערד־קוגעל, איז דער פאַקט, וואָס זיין לופט איז אָנגעזעטיגט מיט וואַסער־דאַמפּף.

צייכנונג 35.—אַ געשטאַלט פון יופּיטער.

וואָס עס טהוט זיך צווישען דיזע פאַסען אַטמאָספּערע, דאָס קענען מיר שוין ניט וויסען, ווי אויבען בעמערקט. וואָס אָנבעלאַנגט די שטאָפען, מיט וועלכע יופּיטער איז אַרומגערינגעלט, האָט מען אויסגעפונען מיט דער הילפע פון דעם ס פּ ע ק ט ר אָ ס ק אָ פּ (אַ וויכטיגער אינסטרומענט, מיט וועלכען מיר וועלען זיך שפּעטער בעקענען), אויסער וואַסער־דאַמפּף, אויך אַזעלכע, וועלכע מיר האָבען גאָר ניט אין אונזערע לופט. און דאָס פיהרט אויך צום שלוס, אַז דיזע ריזיגע פּלאַ־

נעט אונטערשיידעט זיך אין איהרע פיזישע מעלות, אַט ווי עלעקטרי־ציטעט, היץ, א. ז. וו., פיעל מעהר פון אונזער ערד־קוגעל, איידער די דריי פריהער בעטראַכטע און נעהענטערע פּלאַנעטען: מערקור, ווע־נוס און מאַרס.

אום צו ערלייכטערען די בעאָבאַכטונגען פון די פערשיעדענע ער־שיינונגען אויפ'ן יופּיטער, ספּעציעל די ליקוי חמה'ס און ליקוי לבנה'ס, וועלכע האָבען אויך אַ פּראַקטישען ווערטה פאַר קאַפּיטאַנען פון שיפען און בכלל פאַר ים־רייזען, ווי דאָס איז שוין אויבען בעמערקט געוואָרען, האָבען אַסטראָנאָמען דאָס אַלעס גענוי אויסגערעכענט און פערצייכענט אין די ספּעציעלע ים־אַלמאַנאַכען, וועלכע ווערען געדרוקט הויפּטזעכליך אין ענגלאַנד אַלס די גרעסטע ים־מאַכט מיט ריזיגע פלאָטען.

קאַפּיטעל 19.

די פּלאַנעט סאַטורן מיט איהרע רינגען און 8 לבנות.

אין פערלויף פון לאַנגע יאַהרהונדערטע, ווען מען האָט געגלויבט אַז די ווייטסטע פון די פּלאַנעטען, וועלכע מען קען זעהן מיט נאַקעטע אויגען און וועלכע איז געקרוינט געוואָרען אין דער גריכיש־רוימישער וועלט מיט'ן נאָמען סאַטורן*), דעם זוהן פון אוראַנוס (בעדייטעט:

---

*) מיט דיזען נאָמען זיינען פערבונדען זעהר מערקווירדיגע מיטהאָ־לאָגישע געשיכטען און פאָרשטעלונגען, פון וועלכע מאַנכע ווידערשפּרע־כען זיך זעהר שטאַרק. פון איין זייט איז סאַטורן גערעכענט געווען אַלס אַ גאָט פון אַקערבוי, בעזאָנדערס פון דער זריעה־צייט, און פון דער אַנדער זייט האָט מען איהם פאָרגעשטעלט אַלס אַ גאָט „וואָס פרעסט אויף זיינע קינדער". מען נעהמט אָן, אַז דיזע קינדער־פרעסעריי זיינע איז פערבונדען מיט אַ פּאָעטישען בילד פון דער צ י י ט, ו ו ע ל כ ע ש ל י נ ג ט א י י ן ד י י אָ ה ר ע ן. ווען מען זאָל אָננעהמען, אַז סאַטורן איז דער גאָט פון צייט, דאַן איז עס טאַקע נור אַ מליצה צו זאָגען, אַז ער „פרעסט אויף זיינע קינדער", וואָס עס מיינט פשוט, אַז די יאָהרען פערשווינדען אין דעם תהום פון עוויגקייט.

אין רוימישע לעגענדען ווערט דערצעהלט וועגען דיעזען גאָט, דעם זוהן

הימעל) און דעם פאַטער פון יופּיטער, איז אַ זעהר שלים־מזל׳דיגער שטערן, ווי דאָס בלייבט אויך עד היום אָנגענומען אין אַלע אַסטראָ־לאָגישע ביכער און ביי אַלע וואהר־זאָגערס דורך שטערן—אין יענע אַלטע צייטען האָט מען אַפּילו ניט געקענט פאַנטאַזירען וועגען דעם, וואָס פאַר אַן אויסעראָרדענטליכע וועלט דאָס איז באמת. און אפילו היינט, ווען מען קען זעהן דורך טעלעסקאָפּען, אַז דיזע פּלאַנעט, די נעקסטע אין גרויס נאָכ׳ן יופּיטער, איז אַרומגערינגעלט מיט רינגען, עפּעס אַזוי ווי אַ באַל אָדער קוגעל אין אַ רייף, און ווערט דערצו נאָך בעגלייט פון 8 ל ב נ ו ת, איז עס אויך זעהר שווער פאַרצושטעלען זיך, ווי דאָס אַלעס קען אויסזעהן.

דער אינטערעסאַנטסטער און וואונדערליכסטער טהייל פון סאַטורן, וועלכער איז אונגעפעהר צ ע ה ן מ אָ ל ו ו י י ט ע ר פון דער זון פאַר אונזער ערד־קוגעל און אַרום 650 מיליאָן קילאָמעטער ווייטער

פון הימעל, אַז זיין פרוי ס י ב ע ל ע, די געטין פון דער ערד, האָט גע־רעטעט זייער זוהן יופּיטער פון זיין איינשלינגענדען מויל דורך דעם, וואָס ווי נור יופּיטער איז געבוירען געוואָרען, האָט זי אָנשטאָט איהם אַוועקגע־לעגט אַ שטיין. דער אַלטער סאַטורן האָט זיך אַזוי געלאָזט אָפּנאַרען פון זיין פרוי און האָט טאַקע איינגעשלונגען דעם שטיין אָנשטאָט זיין זוהן, וועלכער האָט איהב דערפאַר שפּעטער אָבגעצאָהלט מיט אַ רעבעליאָן און מיט אַ פער־כאַפּונג פון דעם געטליכען טהראָן.

ווען סאַטורן איז אַזוי פּעריאָגט געוואָרען פון הימעל, ווערט ווייטער דערצעהלט אין די רוימישע לעגענדען, האָט ער זיך אָבגעטראָגען נאָך אי־טאַליען, וואו ער האָט געלערענט די מענשען צו בעאַרבייטען פעלדער און צו לעבען פריעדליך און גליקליך. אין פּאָעטישע שילדערונגען ווערט דיזע הערשאַפט פון סאַטורן פאָרגעשטעלט אַלס „די גאָלדענע צייט“.

יעדען יאָהר, אין דער צווייטער העלפט פון דעצעמבער, פלעגט זיין אין רוים אַ גרויסער יום־טוב לכבוד דיזען גאָט. דאָס זיינען געווען די בע־ריהמטע „סאַטורנאַליעס“, וועלכע מען זאָל האָבען איינגעפיהרט, לויט די לע־גענדען, צום אנדענקען פון יענע גליקליכע טעג, פון יענער „גאָלדענער צייט“, ווען גלייכהייט האָט געהערשט צווישען מענשען אונטער דער השגחה פון סאַ־טורן, נאָכדעם ווי יופּיטער האָט איהם אַרונטערגעזעצט פון הימלישען טהראָן. דאָס איז געווען זעהר אַ לוסטיגער יום־טוב פאַר אַלעמען, נור בעזאָנדערס פאַר די שקלאַפען, וועלכע האָבען דאַן געקראָגען געוויסע פריוויהייטען און אויך אַן ערלויבניס צו טראָגען אַזעלכע קליידער, ווי זייערע הערען, אַלס אַן אנדענקונג אַן אַמאָליגע גלייכהייט.

די סאַטורנאַליעס זיינען אויגענטליך געווען אַ פעסטליכקייט צום נייען

פון יופיטער — דאָס זיינען די ר י נ ג ע ן זיינע, וועלכע מען קען זעהן אפילו דורך אַ קליינעם טעלעסקאָפּ.

ווען מען איז פיעל ווינציג בעקאַנט מיט דער שטערן־וועלט, ספּעציעל מיט די מזלות, די זאָגענאַנטע „הייזער פון דער זון“, וועלכע זיינען אויך די „הייזער“ פון אַלע פּלאַנעטען מיט זייערע לבנות, ווי מיר האָבען עס געלערענט פון פריהערע קאַפּיטלעך, איז ניט שווער צו דערקענען דעם סאַטורן אָדער „שבתאי“, ווי די תלמוד'ישע אַסטראָנאָמען האָבען איהם אָנגערופען. ער גלאַנצט ווי אַ שטערן פון ערשטער מאַגניטויד, אָבער פיעל שוואַכער פאַר די 4 אויבען־בעטראַכטע פּלאַנעטען. זיין גלאַנץ איז אַ מאַטער, עפּעס ווי בלוי, נור פון דעסטוועגען אַזאַ שטאַרקער, אַז מען קען איהם דערזעהן אפילו דורך אַ לייכטען וואָלקען און אויך בשעת די פולע לבנה גען פינט זיך גאַנץ נאָהנט לעבען איהם.

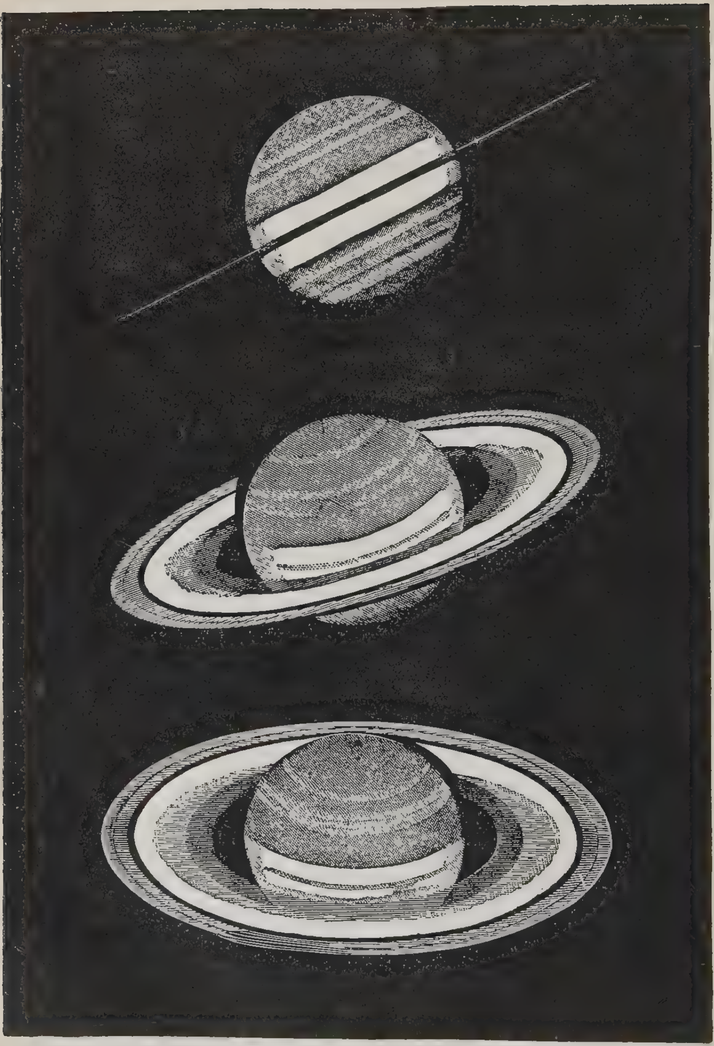
צו דער צייט ווען דיזע ציילען ווערען געשריבען (נאָוועמבער 1916).

זונען־יאָהר, ווי דאָס איז געווען איינגעפיהרט אונטער אַנדערע נעמען ביי אַנדערע פּערציוויטיגע קולטור־פעלקער. דאָס איז אויך געווען אין וואַרימע לענדער אַ יום־טוב פאַר אַקערבויער, וועלכע האָבען נאָכדעם געהאַט צו בעהמען זיך צו אַקערען און בעאַרבייטען זייערע פעלדער. סמנים פון אַזעלכע געצענדינערשע פעסטליכקייטען זיינען פערבליבען אין דער קריסטליכער פייערונג פון דער געבורט פון „גאָט'ס זוהן“.

דאָס אַלעס צייגט, אַז סאַטורן איז ביי די רוימער אָנפאַנגס גערעכענט געווען אַלס אַ גאָט פון פערזעעאונג און פון אַקערבוי בכלל, ווי דאָס איז אויך צו שליסען פון דעם וואָרצעל פון דיזען נאָמען, וואָס בעדייטעט: פּערזעען אָדער זריעה.

אָבער מען האָט איהם נאָכהער צוזאַמענגעפלאָכטען מיט'ן גריכישען „כראָנאָס“, דעם ג אָ ט פ ו ן צ י י ט, וועלכער שלינגט טאַקע איין זיינע קינדער (די יאָהרען). פון די מאָנומענטען, וואָס מען האָט געפונען ביי אויסגראָבונגען אין נגוה און בבל, איז מען דערגאַנגען, אַז די אַסיריער האָבען גערופען דיזע פּלאַנעט מיט'ן נאָמען פון זייער ג אָ ט פ ו ן צ י י ט „כיזראָש“. אויף סאַנסקריט, דעם הייליגען לשון פון די אינדוסען, ווערט דיזע פּלאַנעט גערופען „סאַנאַיסטשאַראַ“, וואָס עס בעדייטעט: „ווער עס שטאַרבט לאַנגזאַם“. די כינעזער רופען איהר „טיען־סינג“, וואָס עס מיינט: „דער אויביג־דויערנדער“.

עס איז קלאָר, אַז אַזעלכע נעמען שטאַמען פון דער לאַנגזאַמער רייזע פון דיזער פּלאַנעט אויף דעם הימלישען געוועלב, אַ רייזע, וועלכע דויערט 29 און האַלב ערדישע יאָהר, ווי מיר ווייסען עס שוין.



ציכנונג 36.—דריי געשטאלטען פון סאטורן מיט זיינע רינגען.

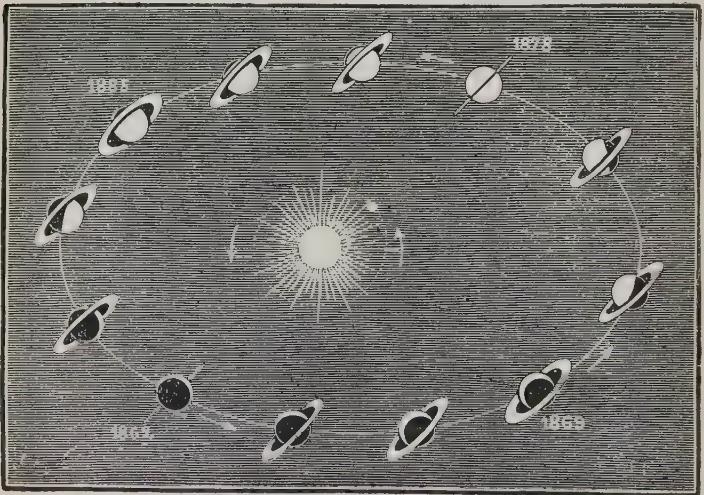
געהט ער אויף אבענדס אין מזרח־זייט נאָך די צוויי שוין אונז בע־
קאנטע שטערן „קאסטאָר" און „פּאָלוקס" פון מזל תאומים. עס איז
גענוג אַ בליק צו טהאָן אויף דיזע צוויי פונקעלנדע שטערן און נאכהער
אויפ'ן סאטורן, אום צו דערקענען גלייך דעם אונטערשיעד אין זייער
גלאנץ און צו בעשטימען, אז דער ניט־פונקעלנדער שטערן איז עס
די פּלאנעט סאטורן. נעקסטען יאָהר אין דערזעלבער צייט וועט ער זיך
שוין געפינען אונגעפעהר אַ 30טען טהייל פון דעם הימלישען געוועלב
לינקס (פון מערב צו מזרח) פון מזל תאומים. און אזוי וועט סאַ־
טורן אלץ וואַנדערען פון מערב צו מזרח 29 און אַ האלב יאָהר ביז ער
וועט קומען נאָך אַמאָל אין דער זעלבער פּאָזיציע לעבען „קאסטאָר"
און „פּאָלוקס", ווי איך זעה עס אין דיזען מאָמענט פון מיין פענסטער.

ווען מען שטעלט אָן אויף דיזע פּלאנעט אפילו אַ קליינעם טע־
לעסקאָפּ, ווארפען זיך אין די אויגען זיינע וואונדערבארע רינגען.
אויף דער צייכנונג 36 זיינען פּאָרגעשטעלט דריי געשטאלטען פון דיזע
רינגען. עס פערשטעהט זיך, אז אין דער צייט פון זיין לאנגער רייזע
אויף זיין אָרביט אַרום דער זון, מוז דער סאטורן מיט זיינע רינגען
אויסזעהן אין אונזערע אויגען, קוקענדיג דערויף פון אונזערע אָב־
סערוואטאָריעס אויף דער ערד, פּ ע ר ש י ע ד ע נ א ר ט י ג, אַט
ווי דאָס איז פּאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 37. דיזע פערשיעדענע
געשטאלטען הענגען אָפּ ניט נור פון די פּאָזיציעס פון סאטורן אין פער־
לויף פון די 29 און אַ האלב יאָהר, וואָס עס נעהמט איהם ארומצודרע־
העז זיך אַרום דער זון, זאָנדערן אויך פון די פּאָזיציעס פון דער ערד
בשעת זי מאַכט דורך איהרע יעהרליכע רייזען אַרום דער זון.

אויף דער צייכנונג 37 איז די שטראַהלענדע זון פּאָרגעשטעלט
אין צענטער און די ערד אלס אַ ווייסע קייקעלע אויף אַ געוויסע ווייט־
קייט פון דיזען צענטער. די בעוועגונג פון דיזער קייקעלע (רעכטס,
עטוואָס אויבען) איז אָנגעצייגט דורך צוויי ווייזערס אין דער ריכטונג,
ווי די ערד דרעהט זיך ווירקליך אויף איהר אָרביט, נעמליך: פון דער
רעכטער האנד צו דער לינקער, אָדער פון מערב צו מזרח בשעת מיר
שטעהען מיט'ן פּנים צו דער זון אין מיטען טאָג, אָדער וואָס עס איז
דאָס זעלבע, צום זיך (דרום). אויף דעם עליפּס, וואָס שטעלט פאָר
די אָרביט פון סאטורן מיט זיינע רינגען, זיינען פערצייכענט צוועלף
פון זיינע געשטאלטען, ווי מען האָט זיי געזעהן אין די יאָהרען 1862,

1869, 1878 און 1885. די ריכטונג פון סאַטורן׳ס בעוועגונג אַרום דער זון איז אָנגעצייגט דורך ווייזערס, אַזוי ווי פון דער ערד.

גאַלילעאָ האָט שוין בעמערקט עטוואָס אונגעוועהנליכעס אין דער געשטאַלט פון סאַטורן, ווען ער האָט אָנגעפאַנגען אין 1610 צו קוקען אופי׳ן הימעל דורך זיין טעלעסקאָפּ. אָבער פאַר דעם ענטדעקער פון סאַטורן׳ס רינגען ווערט גערעכענט דער שוין פריהער דערמאָנטער האָלענדישער אַסטראָנאָם כ ר י ס ט י אַ ן ה אַ י ה ע נ ס, וועלכער



ציוכנונג 37.—צוועלף געשטאַלטען פון סאַטורן מיט זיינע רינגען אין פערלויף פון זיין רייזע אַרום דער זון.

האָט אין 1659 בעקאַנט געמאַכט דעם רעזולטאַט פון זיינע בעאָבאַכטונגען אין פערלויף פון אַ פּאָר יאָהר און האָט אויך פּרובירט געבען אַן ערקלערונג פון דיזער אויסערגעוועהנליכער ערשיינונג.

עס איז איבעריג צו בעמערקען, אַז וואָס בעסערע טעלעסקאָפּען מען קען צוזאַמענשטעלען, אַלץ מעהר קען מען אויך דערגעהן וועגען דיזע רינגען. מען האָט אויסגערעכענט זייערע פּאָזיציעס און וויי־

קייטען פון דעם צענטראַלען קוגעל, דעם סאַטורן גופא, ווי אויך זייערע גרויסקייטען. מען האָט אויך אויסגעפונען, אַז זיי זיינען ניט רעגעל־מעסיג אין אַלע זייערע טהיילען, אַז זיי גלאַנצען פערשיעדען, אַז עס קומען פאָר אין זיי געוויסע ענדערונגען, א. ז. וו. בשעת מיר זעהען די רינגען אזוי ווי א דינען פאַסיק אָדער שנירעל, בעמערקט מען גע־וויסע גלאַנציגע קניפּלעך אויף זיי.

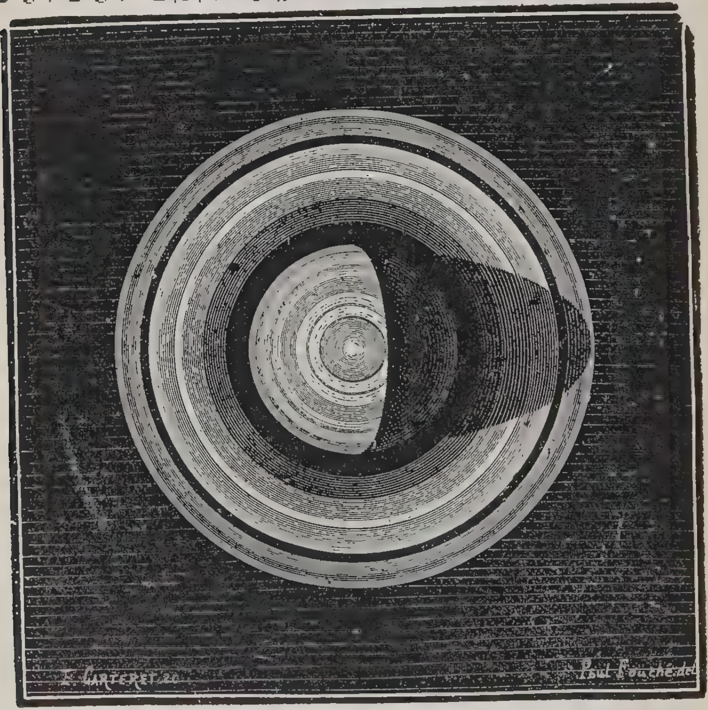
צווישען דעם סאַטורן און זיין נעקסטען רינג איז 28 טויזענד קי־לאָמעטער. דער דיאַמעטער פון דעם לעצטען רינג איז 284,000 קילאָ־מעטער. שטעלט זיך פאָר א רינג אָדער א רייף, וואָס דער דורכמעסער פון זיין אויסערסטען קרייז איז 284 טויזענד קילאָמעטער און פון זיין אינוועניגסטען קרייז — 250,560 קילאָמעטער, און איהר וועט האָבען עפּעס א בעגריף פון דעם לעצטען פון סאַטורן'ס רינגען.

מען נעהמט היינט אָן אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט, אַז עס זיינען פאַראַן וועניגסטענס ד ר י י ווייט־אָבגעזונדערטע רינגען ארום דעם סאַטורן. דאָס דערקענט מען געוועהנליך דורך די מעהר אָדער וועניגער ד ו נ ק ע ל ע ליניעס צווישען די קרייזען. דער מיטעל־סטער רינג צייכענט זיך אויס מיט זיין גרעסערען גלאַנץ. פאַרוואָס דאָס איז אזוי, ווייס מען נאָך ניט.

עס פערשטעהט זיך, אַז די רינגען וואַרפען א שאָטען אויף'ן סאַ־טורן, אזוי ווי ער אויף זיי. ווי אַזוי דיזע פּלאַנעט מיט איהרע רינגען און שאָטנעס זעהט אויס, ווען מען זאָל אויף זיי קוקען פונקט אנטקעגען, צייגט די צייכנונג 38. מיר זעהען דאָ א רייהע העלערע און דונקעלע קרייזען, ווי אויך די שאָטענס. וואָס פאַר א וואונדערבאַרע וועלט דאָס איז אין פערגלייך מיט אונזער ערד־וועלט! געוויסע טהיילען צווישען דעם סאַטורן און זיינע רינגען מוזען א י מ ע ר ב ל י י ב ע ן א י ן ש אָ ט ע ן, ווייל די זונען־שטראַהלען קענען אהין ניט דערגריי־כען.

וואָס אָנבעלאַנגט די אורזאַכען, ווארום גראַדע סאַטורן איז אזא אויסנאַהמע צווישען אַלע אַנדערע פּלאַנעטען, ווי אויך ווארום אַזעלכע רינגען האָבען זיך געקענט בילדען און ווארום זיי האַלטען זיך אַלץ — וועגען דעם האָבען זיך אסטראָנאָמען געבראָכען און ברעכען זיך אַלץ די קעפּ. מען האָט געמאַכט א סך השערות, אָבער מען וועט נאָך מוז־זען מאַכען מאַסען בעאָבאַכטונגען אין דער צוקונפט, אום צו קענען

געבען אַז אַלגעמיין־אָנגענומע ערקלערונג אויף די פּיעלע פראַגען, וועלכע ווערען אַלץ געשטעלט און וועלכע בלייבען אַלץ אָפען. ווען מיר וועלען קומען צום קאַפּיטעל, וואו עס ווערט איבערגעגעבען די השערה פון דעם אויבען־דערמאָנטען פראַנצויזישען אַסטראָנאָם ל אַ פּ ל אַ ס



צייכנונג 38.—די שאָטענס פון סאַטורן און פון זיינע רינגען.

וועגען אונזער זונען־וועלט בכלל, ווי ער האָט זי ערקלערט אין זיין בע־ריהמטען בוך „די הימלישע מעכאַניקע“, וועלען מיר אויך וויסען, וואָס ער האָט געזאָגט וועגען דיזע רינגען.

דאָ וועלען מיר דערווייל איבערגעבען אַנדערע איינצעלהייטען וועגען דיזע מערקווירדיגסטע פון אַלע פּלאַנעטען־וועלטען, וואָס אונ־

זערע אויגען האָבען ביז יעצט געקענט דערזעהן דורך די גרעסטע טע־לעסקאָפּען.

אַז דיזע רינגען קענען ניט זיין סאָלידע און אויך ניט פליסיגע, דאָס איז שוין לאַנג אָנערקענט געוואָרען אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט. גאַנץ פּשוט, זיי וואָלטען ניט געקענט זיך האַלטען צוזאַמען און וואָלטען געמוזט פּלאַצען. אַזוי ווי איינינע אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען ספּעציעל זיך אָבגעגעבען מיט בעאָבאַכטונגען פון דער סאַטורן־וועלט, האָבען אויך בעמערקט, אַז ווענינסטענס איינינע טהיילען פון דעם מיטעלסטען רינג זיינען ד ו ר כ ז י כ ט י ג, האָט עס פער־שטאַרקט די השערה, אַז דאָס זיינען אַלץ פּ י צ ע ל א ך ש ט אָ ף, וועלכע דרעהען זיך אַרום דעם סאַטורן מ י ט פ ע ר ש י ע ד ע נ ע ש נ ע ל ק י י ט ע ן, לויט זייערע ווייטקייי־טען פון איהם.

צו אַזאַ שלוס קומט מען אַלץ מעהר נאָך נייע בעאָבאַכטונגען מיט די בעסטע פאָטאָמעטרישע און אַנדערע אינסטרומענטען. דיזע בעאָבאַכטונגען בעשטעטיגען די מיינונג, אַז די רינגען קענען ניט זיין סאָלידע, פליסיגע אָדער אפילו גאַזיגע. מען האָט שוין זאָגאַר אויסגעמאָסטען, ווי שנעל עס דאַרפען זיך בעוועגען דיזע אַלע רינגען אַרום סאַטורן, נעמליך אַזוי: די טהיילען פון אינוועניגסטען רינג אין פערלויף פון 5 שטונדען 50 מינוט ביז 7 שטונדען 11 מינוט; פון צענטראַלען מיטעלסטען רינג אין פערלויף פון 7 שטונדען 11 מינוט ביז 11 שטונדען 9 מינוט, און פון אויסווערטיגען רינג אין פערלויף פון 11שטונדען 36 מינוט ביז 12 שטונדען 5 מינוט.

אויב דאָס איז טאַקע אַזוי, דאַן זיינען דאָס אַלץ ב ר ע ק ע ל א ך ל ב נ ו ת, אַפּנים טהיילכעלאַך פון איינער אָדער פון אַ פּאָר אַזעלכע בעגלייטער, וועלכע האָבען צוליעב נאָך אונבעקאַנטע אורזאַכען ניט געקענט צוזאַמענציהען זיך אין איין קערפּער, אין איין לבנה.

אויב עס וועט אַמאָל געלינגען צו דערזעהן אַ שטערן גראַדע דורך איי־נעם פון די דונקעלע פּאַסען צווישען די רינגען, וועט מען קענען עפּעס מעהר וויסען וועגען זייער נאַטור. אַסטראָנאָמען קוקען אויס שאַרף אויף אַזאַ געלעגענהייט, אָבער ביז יעצט האָט עס נאָך ניט פּאַסירט, און מאַנכע דענקען, אַז דאָס וועט קיין מאָל ניט פּאַסירען.

סאַטורן'ס לבנות.

אויסער דיזע געהיימניספאָלע רינגען איז דער אַלטער שבתאי פערזאָרגט מיט 8 בעגלייטער אין פאָלגענדער אָרדנונג לויט זייערע וויטקייטען פון זיין צענטער:

נעמען	וויטקייטען פון סאַטורן'ס צענטער	די צייט פון זייער רייזע אַרום סאַטורן.
1. מימאַס — —	206,300 קילאָמ.	22 שט. 37 מינ. 5 סעק.
2. ענסעלאַדוס—	257,600 "	1 טאָג 8 " 53 " 7 "
3. טעטהים —	328,800 "	1 " 21 " 18 " 26 "
4. דיאָנע — —	421,200 "	2 " 17 " 41 " 23 "
5. רהעא — —	588,400 "	4 " 12 " 25 " 12 "
6. טיטאַן — —	1,364,000 "	15 " 22 " 41 " 23 "
7. היפעריאַן —	1,650,000 "	21 " 6 " 39 " 27 "
8. יאַפעטוס —	3,964,000 "	79 " 7 " 54 " 17 "

די ערשטע 3 לבנות זיינען נעהענטער צום סאַטורן, איידער אונזער לבנה צו אונזער ערד. ווען מען זאָל אַרונטערציהען די שטרעקע פון סאַטורן'ס צענטער ביז זיין אָבערפלעך, און דאָס איז 61,500 קילאָמעטער (9 און 3-צעהנטלאָך מאָל לענגער פאַר דעם ראַדיוס פון דער ערד, וועלכער איז 6371 קילאָמעטער לאַנג), איז די לבנה מימאַס סך הכל 144,400 קילאָמעטער ענטפערנט פון סאַטורן'ס אָבערפלעך. איהר וויטקייט פון זיין לעצטען רינג איז אונגעפעהר 70 טויזענד קילאָמעטער.

דיזע 8 לבנות זיינען ענטדעקט געוואָרען ניט אין דער אָרדנונג, ווי אויף דער אָביגער טאַבעלע, נור לויט זייער גלאַנץ און אויך אַ דאַנק די אַלץ בעסערע טעלעסקאָפּען. די ערשטע, וואָס איז ענטדעקט געוואָרען, איז די העלסטע פון זיי און זי איז געקרוינט געוואָרען מיט'ן נאָמען „טיטאַן". איהר ענטדעקער איז געווען דער זעלבער אַסטראָנאָם האָיהענס, וואָס האָט אויך ענטדעקט סאַטורן'ס רינגען אין דעם זעלבען יאָהר. מען קען בעמערקען דיזען גרעסטען בעגלייטער פון סאַטורן אַפילו דורך אַ קליינעם טעלעסקאָפּ.

זייערע נעמען האָבען דיזע לבנות געקראָגען פון דעם בעריהמטען אַסטראָנאָם סער דזשאָהן הערשעל, וועלכער האָט אויסגעזוכט אין די

גריכיש־רוימישע מיטהאָלאָגיעס, ווי מען רופט סאַטורן׳ס ברידער און שוועסטער (די קינדער פון דיזען גאָט פערשפּאָרט מען שוין צו זוכען, ווייל ער פלעגט דאָך זיי איינשלינגען ווי נור זיי פלעגען געבוירען ווערען). זיין פאָטער, וויליאַם הערשעל, וועלכער האָט זיך אונשטערבליך געמאַכט בעזאָנדערס מיט דער ענטדעקונג פון דער פּלאַנעט אוראַנוס, מיט וועלכער מיר וועלען זיך בעקענען אין נעקסטען קאַפּיטעל, האָט אויך ענטדעקט (אין 1789) די נעהענטערע צוויי פון דיזע לבנות (נעמליך: מימאַס און ענסעלאַדוס).

ווי גרויס דיזע לבנות זיינען, איז עס זעהר שווער אויסצומעסטען צוליעב זייער גרויסער וויטקייט פון דער ערד. ווי פיעל מען קען עס אורטהיילען, פערגלייכענדיג זייער גלאַנץ, איז טיטאַן דער גרעסטער פון סאַטורן׳ס בעגלייטער; אָבער עס איז אָנגענומען, אז ער איז אליין ניט אזוי גרויס, ווי דער איינציגער בעגלייטער פון אונזער ערד־קוגעל.

אויב עס געפינען זיך אויפ׳ן סאַטורן אַזעלכע חכמים און „צלם־אלהים׳ס“ ווי מיר אויף אונזער קליינעם ערד־קוגעל, האָבען זיי נאָך א פּיעל מעהר פערדרעהטען און פּלאָנטערדיגען לוח, ווי די יופּיטער־ניקעס, וועלכע זיינען געבענטשט אין זייערע קורצע נעכט בלויז מיט פינף לבנות, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פאָריגען קאַפּיטעל. די סאַטורניקעס האָבען דאָך גאַנצע אכט, ניט רעכענדיג די רינגען, וועלכע דרעהען זיך אויך.

וואָס פאַר פערשיעדענע מאָנאַטען! אָט די ערשטע, מימאַס, דרעהט זיך אַרום דעם סאַטורן אין 22 און א האַלב שטונדען, אונגעפעהר א 32־טעל פון דער צייט פון אונזער לבנה׳ס רייזע, און די לעצטע, יאַפּעטוס, מאַכט איהר רייזע אין 79 און א דריטעל טאָג, אונגעפעהר 2 און צוויי־דריטעל מאָל לאַנגזאַמער פאַר אונזער לבנה.

ער אַליין, דער אַלטער שבתאי, איז דערצו זעהר פלינק אין זיינע בעוועגונגען. זיינע טעג און נעכט זיינען אַזעלכע קורצע, ווי יופּיטער׳ס. עס נעהמט איהם 10 שטונדען 14 מינוט צו דערלאַנגען זיך א דרעה אַרום זיין אַקס, סך הכל מיט 19 מינוט לאַנגזאַמער פאַר זיין מעכטיגען זוהן יופּיטער, וועלכער האָט איהם ארונטערגעזעצט פון הימלישען טהראָן. איידער ער וואַנדערט אויף זיין אַרביט אַרום דער זון איין מאָל, קייקעלט ער זיך אַרום זיין אַקס 52 טויזענד מאָל! א יאָהר אויפ׳ן סאַ־

טורן צעהלט 25 טויזענד טעג און נעכט צו 5 שטונדען! און אין פערלויף פון אזא יאהר בייטען זיך 8 פערשיעדענערליי מאַנאַטען (אַט אין די צייטען, ווי אויף דער אויבען־געבראַכטער טאַבעלע), גאַר קורצע און גאַר לאַנגע!

וואָס עס טהוט זיך אויף סאַטורן'ס אַבערפלעך, איז אַזוי שווער צו דערגעהן, ווי אויף'ן יופּיטער, ווייל ער איז אויך שטענדיג ארומגערינגעלט מיט געדיכטע וואָלקענס. אין דיזען פּרט זיינעןביידע דיזע גרעסטע פּלאַנעטען זעהר עהנליך. ווען מען בעטראַכט דעם סאַטורן דורך טעלעסקאָפּען, זעהט מען אויף איהם אויך פּאַסען וואו אויף'ן יופּיטער. די געשטאַלטען און די קאָלירען פון דיזע פּאַסען ענדערען זיך אויך. ארום די פּאָלען איז עס ווייסער, ווי אנדערס וואו, וואָס עס קען פיליייכט זיין דער רעזולטאַט פון די א י י ז ־ פּ ע ל ד ע ר דאָרטען. אָבער עס קען גאָר זיין, ווי אַסטראָנאָמען זיינען מעהר געניינט אָנצונעהמען נאָך פיעלע בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען, אז דער סאַטורן איז נאָך אַלץ ניט פערהאַרטעוועט געוואָרען, אַזוי ווי מען נעהמט עס אויך אָן וועגען יופּיטער, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פאָריגען קאַפּיטעל. די שטאָפּען זיינע זיינען דורכשניטליך 7 מאָל ש י ט ע ר ע ר פאר די שטאָפּען פון אונזער ערד־קוגעל.

דער סאַטורן האָט אויך אַן עהנליכקייט צום יופּיטער דערמיט, וואָס לויט געוויסע ערשיינונגען, איז זיין וואַרימקייט אַ בעדייטענדע גרעסערע, ווי ער קען בעקומען פון דער זון. ווען מיר וואָלטען טראַנספּאָרטירט געוואָרען אויף'ן סאַטורן, וואָלטען מיר דאָרטען געזעהן די זון 90 מ אָ ל ק ל ע נ ע ר, ווי מיר זעהען איהר אויף אונזער ערד־קוגעל. דאָס מיינט, אַלזאָ, אַז די זון שיינט און וואַרימט דאָרטען אויך 90 מאָל ו ו ע נ י ג ע ר ווי דאָ. ביי אַזאַ ניעדריגער טעמפּעראַטור אויף דער ערד וואָלט וואַסער געמוזט זיין ש ט ע נ ד י ג פ ע ר פ ר אָ ר ע ן, און קיינע וואָלקענס ווי איבער דער ערד וואָלטען גאָר ניט מעגליך געווען דאָרטען. און אַזוי ווי מיר זעהען דאָך שטענדיג דעם סאַטורן ארומגערינגעלט מיט וואָלקענס, בלייבט דערפון צו שליסען, אַז דאָרטען איז עס אויך ו ו א ר י ם אָ ה ן ד ע ר ז ו ן, אָדער אַז די שטאָפּען פון יענע וואָלקענס זיינען אַנדערע ווי די שטאָפּען פון אונזערע וואָלקענס.

אין פערגלייך צו זיין אומפאַנג איז דער סאַטורן לייכטער פאַר

אלע אַנדערע פּלאַנעטען. אין וואַליום איז ער 719 מאָל גרעסער פאַר אונזער ערד־קוגעל, אָבער זיין מאַסע, אָדער פשוט'ער גערעדט, געוויכט, איז בלויז 92 מאָל גרעסער פאַר אונזער ערד־קוגעל. די דענסיטעט (געדיכטקייט) פון סאַטורן איז נור 128־טויזענדלאַך פון דער דענסיטעט פון דער ערד.

אין ווייטערע איינצעלהייטען וועגען דיזע מערקווירדיגסטע פון אלע פּלאַנעטען וועלען מיר זיך דאָ ניט אריינלאָזען. מיר וועלען זיך יעצט געזעגענען מיט'ן אַלטען שבתאי, וועלכער איז גערעכענט געווען ביז מיט אַ 150 יאָהר צוריק פאַר דעם ווייטעסטען וואַנדערנדען שטערן. נאָך וועלכען עס האָט געפאָלגט די ספערע פון פיקסע שטערן, ווי מען האָט זיך עס פאָרגעשטעלט ביז דער ענטדעקונג פון טעלעסקאָפּ, און מיר וועלען דערלאַנגען אַ פליה צו אַ נייי־ענטדעקטער פּלאַנעט, וועלכע איז מעהר ווי 2 מאָל אַזוי ווייט פון דער זון, ווי ער, און וועלכע איז נאָך אַלץ ניט דער עק פון אונזער זונען־וועלט.

קאַפּיטעל 20.

די פּלאַנעט אוראַנוס מיט איהרע פיער לבנות.

ווי ווייט מען האָט עס ביז יעצט געקענט אריינדרינגען מיט דער הילפע פון די גרעסטע טעלעסקאָפּען אין דעם וועלט־רוים, וועלכער מוז זיין אונענדליך שווין דעריבער אליין, וויל מיר קענען זיך ניט פאָרשטעלען זיין ברעג אָדער סוף*), דרעהען זיך ארום אונזער זון בלויז נאָך צוויי פּלאַנעטען ווייטער פון סאַטורן. איינע פון זיי, די נעהענטערע, גענאַנט אוראַנוס, איז ענטדעקט געוואָרען על פּי ריאה, אַ דאַנק אַן אויסבעסערונג אין טעלעסקאָפּען אין דעם לעצטען פערטעל פון 18טען יאָהרהונדערט, און די אַנדערע, די ווייטערע, גענאַנט נעפּטון, איז ענטדעקט געוואָרען על פּי חשבון ארום דעם מיטען פון 19טען יאָהרהונדערט.

---

*) ווען מיר זאָלען, למשל, אָננעהמען, אַז די וועלט ענדיגט זיך מיליאַרדען מאָל מיליאַרדען קילאָמעטערס, בלייבט דאָך אַלץ אונפערענטפערט די איינפאַכע פראַגע: און וואָס איז ווייטער פון דיזע גרענעץ?

פאַרשענדיג דעם הימעל מיט דעם גרעסטען טעלעסקאָפּ פון זיין צייט, וואָס ער אליין האָט צוזאַמענגעשטעלט, האָט דער דייטש־געבאָרענער ו ו י ל י אַ ם   ה ע ר ש ע ל, וועלכער האָט זיך בעזעצט אין ענגלאַנד, אום צו מאַכען אַ לעבען פון זיין מוזיקאַלישער פּראָפעסיאָן און וועלכער איז דורך זיין ליעבע צו שטערנזעהעריי געוואָרען איינער פון די בעריהמטעסטע אַסטראָנאָמען — איין אבענד אין 1781 דערשפּירט אין דער קאָנסטעלאַציאָן „צווילינג" (מזל תאומים) עפּעס אַן אונגעוועהנליכען שטערן. מיט אַ נאַקעטער אויג קען מען איהם קוים זעהען (ער שיינט ווי אַ שטערן פון 6טער מאַגניטיוד); אָבער ער צייגט זיך אַרויס אַלץ גרעסער דורך גרעסערע טעלעסקאָפּען, וואָס עס איז ניט דער פאַל מיט פיקסע שטערן.

וואָס פאַר אַ שטערן איז דאָס? אויף דיעזער פראַגע, וועלכע הערשעל האָט זיך, נאַטירליך, באַלד געשטעלט, האָט ער נאָך עטליכע וויטערע בעאָבאַכטונגען פּרובירט ענטפערען, אַז דאָס איז גאָר אַ ק אָ מ ע ט. אָבער ווען דיעזע ענטדעקונג, וועלכע האָט אָנגעמאַכט אַ רושם ניט בלויז אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט, איז מעהר אויסגעפאָרשט געוואָרען אין די אָבסערוואַטאָריעס פון פערשיעדענע לענדער, האָט מען זיך שליסליך אַרומגעזעהן, אַז מען האָט צו טאָן ניט מיט אַ קאָמעט, נור מיט אַ נייען וואַנדערנדען שטערן, מיט נאָך אַ פּלאַנעט.

און אַזוי איז עס טאַקע אין דער ווירקליכקייט. דאָס איז אַ פּלאַנעט, וואָס געברויכט 84 יאָהר צו מאַכען א י י ן ק ר י י ז ארום דער זון, אַלזאָ כמעט 3 מאָל לענגער פאַר׳ן סאַטור׳ן. קיין וואונדער, וואָס מען האָט אַזאַ לאַנגזאַמע בעוועגונג ניט געקענט דערשפּירען מיט נאַקעטע אויגען, אָבוואָהל מען קען, ווי געזאָגט, זעהען דיעזע פּלאַנעט אָהן שום גלעזער, אָבער נאַטירליך, ווען מען ווייס, וואו זי געפינט זיך (דאָס ווערט געוועהנליך אָנגעצייגט גאַנץ גענוי אין אַסטראָנאָמישע אַלמאַנאַכען).

פון אַלע נעמען, וואָס מען האָט פאָרגעשלאָגען צו רופען דיעזע ווייטע שכנה אונזערע, איז פערבליבען א ו ר אַ נ ו ס, דער מיטהאָלאָגישער הימעל־פאָטער פון סאַטורן. דיעזע פּלאַנעט שוועבט אויף אַ ווייטקייט פון 2858 מיליאָן קילאָמעטער פון דער זון, און דארום נעהמט עס איהר אַזוי לאַנג צו קייקלען זיך אויף איהר עליפּטישען וועג אַרום דער זון. איהר דיאַמעטער איז אויסגעמאָסטען געוואָרען אויף דעם

זעלבען שטייגער, ווי מען מעסט אַלע הימלישע קערפּער (זעה ביילאַגע „א" און קאַפּיטלעך 29 און 30 איבער דער זון'ס ווייטקייט). ער איז 54,000 קילאָמעטער לאַנג, אַלזאָ איבער 4 מאָל מעהר פאַר'ן דיאַמעטער פון דער ערד. ווען מען וויים עס, איז שוין לייכט אויסצורעכענען איהר וואָליום, און ער איז 69 מאָל גרעסער פאַר דעם וואָליום פון דער ערד. דער אוראַנוס איז גרעסער פאַר די 4 אינעווענינגסטע פּלאַנעטען (מערקור, וועגוס, מאַרס און די ערד) צוזאַמענגענומען. זיין מאַסע איז אָבער בלויז 13 און א האַלב מאָל מעהר פאַר דער מאַסע פון דער ערד, וואָס עס מיינט, אַז די שטאָפען, פון וועלכע ער איז צוזאַמענגעשטעלט, זיינען פיעל ל י י כ ט ע ר פאַר די שטאָפען פון אונזער ערדקוגעל. די דענסיטעט פון אוראַנוס איז עטוואָס ו ו ע נ י ג ע ר פ ו ן א פ י נ פ ט ע ל פון דער ערד'ס דענסיטעט.

וואָס אַנבעלאַנגט די צייט, ווי פיעל עס נעהמט איהם צו דערלאַנגען זיך א דרעה אַרום זיך זעלבסט, איז עס זעהר שווער געוועזען צו בעשטימען גאַנץ גענוי, ווייל פון אַזאַ ווייטקייט קען מען פּאָרלויפיג ניט זעהען קלאָר די פלעקען אויף זיין אָבערפלעך.

מען האָט אָבער דאָך געפונען א געוויסען וועג אין 1911 אויסצורעכענען אַז א מעת־לעת אויפ'ן אוראַנוס דויערט 10 שטונדען 45 מינוט, אונגעפעהר ווי אויפ'ן סאַטורן און יופּיטער. א זונען־יאָהר דאָרטען ענטהאַלט אַזוי אונגעפעהר 60 טויזענד טעג און נעכט צו 5 און א האַלב שטונדען.

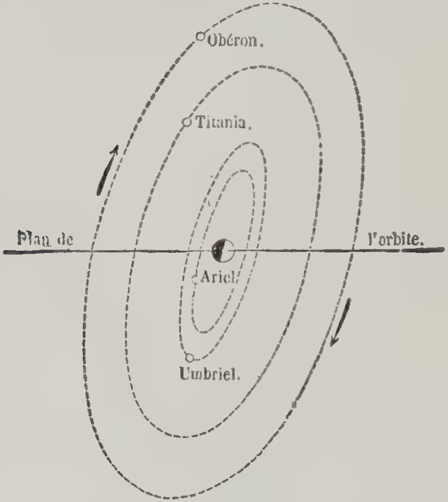
אַזוי ווי מען האָט שוין ענטדעקט, דאָס אוראַנוס האָט 4 בעגלייטער, פעהלען דאָרטען אויך ניט מאָנאַטען פון פערשיעדענע לענג. עס קען זיין, אַז מיט דער צייט, ווען מען וועט צוזאַמענשטעלען פיעל גרעסערע טעלעסקאָפּען ווי אונזערע היינטיגע, וועט מען דערשפּירען נאָך לבנות אַרום דיעזער פּלאַנעט.

וועגען דיזע לבנות וועלען מיר דאָ איבערגעבען פאָלגענדעס:

	נאָמען	ווייטקייטען פון אוראַנוס		די צייט פון זייערע רייזען
1.	אַריעל — — —	195,000	קילאָמעטער	2 טעג 12 שט. 29 מ. 21 ס.
2,	אומבריעל — —	270,000	"	4 " 3 " 27 " 37 "
3.	טיטאַניאַ — —	450,000	"	8 " 16 " 56 " 29 "
4.	אָבעראָן — —	600,000	"	13 " 11 " 7 " 6 "

מען האָט אַלזאָ דאַרטען מאַנאַטען פון אונגעפעהר 2, 4, 8, און 13 טעג. די צוויי ווייטערע לבנות (טיטאַניאַ און אָבעראָן) זיינען ענטדעקט געוואָרען פון וויליאַם הערשעל אין 6 יאָהר אַרום נאָך זיין ענטדעקונג פון אוראַנוס, און די נעהענטערע צוויי זיינען ענטדעקט געוואָרען פון דעם ענגלישען אַסטראָנאָם לאַסעל אין 1851.

נור דער מערקווירדיגסטער פונקט וועגען דיזע בעגלייטער איז, וואָס זיי בעוועגען זיך אַנדערס, ווי די לבנות פון אַנדערע פּלאַנעטען. אַט ווי מיר זעהען אונזער לבנה מאַכענדיג איהר רייזע פון מערב צו



ציוכנונג 39.—די אָרביטען און ריכטונג פון אוראַנוס'עס לבנות.

מזרח אונגעפעהר אויף דעם זעלבען וועג, ווי מיר זעהען די שיינבאַרע בעוועגונג פון דער זון (און דער דאָזיגער קרייז ווערט גערופען בלשון אַסטראָנאָמיע „עקליפּטיק"), אָט אין דער זעלבער ריכטונג און אויף דעם זעלבען שטייגער (די אונטערשיעדע זיינען אַלץ איז דער ש נ ע ל־ ק י י ט, אָבער ניט אין דער ריכטונג פון זייערע בעוועגונגען) וואַנ־דערען די לבנות פון מאַרס, יופּיטער און סאַטורן.

אָבער די לבנות פון אוראַנוס בעוועגען זיך עפּעס גאָר פערקעהרט,

פון מזרח צו מערב, און אין אָרביטען, וועלכע זיינען כמעט פּערפּענדיקולער צו זיין אייגענער אָרביט. שטעלט זיך פאָר, אַז אונזער לבנה דרעהט זיך אַרום דער ערד אין אַ קרייז פון נאָרד צו זיד און דערצו נאָך פון דער לינקער האַנד צו דער רעכטער, און איהר וועט האָבען אַ בעגריף פון די זאָנדערבאַרע בעוועגונגען פון אורוראַנוס'עס 4 לבנות, וועלכע זיינען פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 39. אין דיעזען פּרט איז עס עפּעס גאָר אַ פערקעהרטע וועלט אויפ'ן אוראַנוס. פאַר וואָס דאָס איז אַזוי, ווייס מען נאָך אַלץ ניט.

אַ זעהר פינסטערע און קאַלטע וועלט מוז עס אויך זיין. מען האָט אויסגערעכענט, אַז די זונען־שטראַהלען ברענגען אַהין 368 מאָל ווייניגער ליכט און וואַרימקייט, ווי צו אונז אויף דער ערד.

ביי אַזאַ טעמפּעראַטור וואָלט עס לעבען סאַמע עקוואַטאָר פון אונזער ערדקוגעל געוועזען פיעל קעלטער, ווי היינט ביי די פּאָלען אין מיטען ווינטער. אָבער מען האָט אויך בעמערקט פּאַסען אויף אוראַנוס'עס אָבערפלעך, וואָס עס איז יעדענפאַלס אַ בעוויז, אַז דאָרטען זיינען פאַראַן וואָלקענס אַזוי ווי אויפ'ן יופּיטער און סאַטורן.

מיט דער הילפע פון די מיטעל און אינסטרומענטען, ספּעציעל פון דעם ספּעקטראָסקאָפּ, וועלכע גיבען אונז די מעגליכקייט צו דערגעהן וואָס פאַר יסודות עס געפינען זיך אויף דער זון, פּלאַנעטען, קאָמעטען און פיקסע שטערן, ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען אין אַ בעזונדערען קאַפּיטעל שפּעטער, האָט מען פעסטגעשטעלט, אַז אוראַנוס איז אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע, וועלכע איז עהנליכער צו די אַטמאָספערעס פון סאַטורן און יופּיטער, ווי צו אונזערע, און וועלכע ענטהאַלט אויך אַזעלכע גאַזען, וואָס עקזיסטירען גאָר ניט אויף אונזער פּלאַנעט.

וואָס פאַר פערשיעדענע וועלטען עס געפינען זיך אין אונזער זונען־וועלט!

קאפיטעל 21.

די פלאנעט נעפטון מיט איהר בעגלייטער.

אויף אַ ווייטקייט פון 4478 מיליאָן קילאָמעטער, כמעט 3 מאָל ווייטער פון דער זון פאר'ן סאטורן, שוועבט אַ פלאנעט, גענאנט נעפטון, וועלכע מען קען שוין גאָר ניט זעהען מיט נאקעטע אויגען און וועלכע איז ענטדעקט געוואָרען אזוי, אַז דאָס איז אַ גלענצענדער טריאומף פאר די וויסענשאפטליכע אַסטראָנאָמיע, וועלכע איז געבויט אויף עטליכע מעכאנישע געזעצע און אויף מאַטעמאַטישע רעכנונגען.

אַלע אויסרעכענונגען וועגען די גרויסקייטען, ווייטקייטען, געוויכטען, בעוועגונגען א. ז. וו. פון דער זון און פון די פלאנעטען זיינען אונבעשטרייטבאר בעשטעטיגט געוואָרען דורך די ענטדעקונג פון דיעזער ווייטער שכנה אונזערער, וועלכע איז אפנים די לעצטע פון דער זונען־וועלט.

ווי אזוי הערשעל'ס ענטדעקונג פון אוראנוס, וועלכע איז געשילדערט געוואָרען אין פאָריגען קאפיטעל, האָט געפיהרט צו דער ענטדעקונג פון נעפטון — דאָס איז איינער פון די אינטערעסאַנטסטע און בעלעהרענדסטע קאפיטלעך אין דער געשיכטע פון דער אַסטראָנאָמיע. עס איז פשוט וואונדערבאר, אַ וואונדער אָבער ניט פון דער נאטור, וועלכע איז געבונדען דורך אייביגע געזעץ, נור אַ וואונדער פון דעם מענשען'ס גייסט, פון דעם מענשען'ס דענקונגס־קראַפט. די נאטורוויסענשאפט איז ווי אַ קייט מיט פיעלע רינגען, וועלכע זיינען צוזאמענגעפלאָכטען און צוזאמענגעשמאָלצען איינע מיט די אַנדערע; מען דארף נור אויסגעפינען ווי אזוי דאָס קומט פאָר.

אהן פערשיעדענע אויסבעסערונגען אין אסטראנאמישע אינסטרומענטען, אָהן גרויסע טעלעסקאָפען וואָלטען מיר קיין מאָל ניט געוואוסט פון דער עקזיסטענץ פון אוראנוס, און אָהן די ענטדעקונג פון אוראנו'ס, וואָלטען מיר ניט געהאַט די מינדעסטע אהנונג פון נעפטון.

די ענטדעקונג פון נעפטון איז געשעהען אַזוי: אין יאָהר 1820 האָט אַ פראנצויזישער אַסטראָנאָם מיט'ן נאָמען בואווארד צו־

זאַמענגעשטעלט אַסטראָנאָמישע טאַבעלען פון די בעוועגונגען פון יו־פיטער, סאטורן און אוראַנוס, און ער איז ניט וועניג ערשטוינט געוואָרען צו געפינען, אַז אוראַנוס מאַרשירט זיך גאַנץ ברייטליך איבער'ן הימעל, גאָר ניט קימערענדיג זיך מכח די חשבונות פון אַסטראָנאָמען אויף דער ערד.

על פי חשבון, אויף דעם גרונד פון דער צוציהונגס־קראַפט מיט אַלע מעכאַנישע און פיזישע געזעצע, האָט אוראַנוס בעדאַרפט זיך געפינען אין אַ בעשטימטער צייט אויף אַ געוויסען פונקט אין הימעל, אָבער אין דער ווירקליכקייט האָט ער זיך געפונען אַנדערסוואו.

קורץ, דיעזע פּלאַנעט האט עפּעס רעבעלירט געגען די מאטעמאַ־טישע אסטראנאמיע. אויך אנדערע אסטראנאמען האבען נאכהער געפונען אַזעלכע אונרעגעלמעסיגקייטען אָדער, ווי זיי רופען עס אויף זייער לשון, פּערטורבאציאָנען, אין די בעוועגונגען פון אוראַנוס, און נאָך אַ סך קאָפּברעכענים איז ביי זיי געבליבען, אַז די אורזאַכע דער־פון מוז זיין, וואָס אַרום דער זון וואַנדערט ערגעץ נ אָ ך אַ פּ ל אַ־נ ע ט, וועלכע פיהרט אַראָפּ דורך איהר צוציהונגס־קראַפט דעם אור־ראַנוס פון זיין ריכטיגען, דאָס הייסט פון דעם מאַטעמאַטיש־אויסגערע־כענטען וועג.

עס איז דארום געבליבען, אז מען זאל זוכען אויסצורעכענען, ווי גרויס עס קען זיין און ווי ווייט עס קען זיך געפינען אַזאַ פּלאַנעט. דאָס איז אָבער געווען אַ זעהר שווערע און אויך מאַרודנע אַרבייט, און אַלטע פּראָפּעסארען האבען זיך אפּנים געפוילט צו נעהמען זיך צו אַזעלכע חשבונות.

יעדענפאַלס, זיינען ריעזע חשבונות געמאַכט געוואָרען פון צוויי גאַנץ יונגע מאַטעמאַטיקער, פּשוט'ע סטודענטען. דער וועלט־בעריהמ־טער פראַנצויזישער אַקאַדעמיקער און גרויסער אַסטראָנאָם אַ ר אַ־ג אָ, וועלכער איז אויך געווען דער דירעקטאָר פון דער פאַריזער אָבסערוואַטאָריע, האָט אויפגעמונטערט אַ יונגען מאַטעמאַטיקער מיט'ן נאָמען ל ע ו ע ר י ע צו צייגען, וואָס ער קען, און אויסצורעכענען די געזוכטע פּלאַנעט אויף דעם גרונד פון די בעמערקטע אונרעגעל־מעסיגקייטען פון אוראַנוס.

לע ווערריע האט זיך פלייסיג גענומען צו דיעזע שווערע חשבונות אין 1845, און דעם 31טען אָגוסט 1846 האָט ער בעקאַנט געמאַכט אין

דער פראַנצויזישער אַקאַדעמיע פון וויסענשאַפטען דעם רעזולטאַט פון זיינע רעכנונגען, ווי גרויס, שווער, ווייט א. ז. וו. די נייע פּלאַנעטע דאַרף זיין, און האָט אויך אָנגעצייגט, אין וועלכען פּונקט פון הימעל מען האָט איהר דאַן בעדאַרפט זוכען דורך טעלעסקאָפּען.

דעם 18טען סעפּטעמבער פון דעם זעלבען יאָהר האָט ער געשריי־בען אַ בריעף מיט אַלע נויטיגע ערקלערונגען וועגען זיינע חשבונות און ענטדעקונג צו דר. גאַלע, אַן אַסטראָנאָם אין בערלין, און האָט איהם געבעטען אָנצושטעלען דעם גרויסען טעלעסקאָפּ פון דער בערלינער אָבסערוואַטאָריע אויף אַ בעשטימטען אָרט אין הימעל, אום צו דערטאַפּען די נייע פּלאַנעט. דר. גאַלע האָט ערפילט לע ווערי'ס בקשה און האָט טאַקע דערזעהען די נייע פּלאַנעט דאָרטען, וואו זי האָט בעדאַרפט זיין על פּי חשבון.

עס איז איבעריג צו זאָגען, אַז דיעזע ענטדעקונג האָט געמאַכט אַ רושם אין דער גאַנצער ציוויליזירטער וועלט און האָט געגעבען דעם בעסטען שלאַגענדסטען בעווייז, ווי ריכטיג עס זיינען די גרונדלעהרען פון דער מאָדערנער אַסטראָנאָמיע. עס פערשטעהט זיך דאָך, אַז ווי באַלד מען האָט געקענט אַזוי ווייט פּראָפּעצייהען דורך מאַטעמאַטישע רעכנונגען און טרעפען אויפ'ן הימלישען געוועלב די פּאָזיציע פון אַ נייער פּלאַנעט, האָט יעדער איינער געמוזט שליסען דערפון, אַז אַלעס וואָס אַסטראָנאָמען האָבען אויסגערעכענט פּריי־הער וועגען די ווייטקייטען, גרויסקייטען, געוויכטען פון אוראַנוס און פון אַנדערע פּלאַנעטען, ווי אויך פון דער זון, שטימען אויפ'ן האָר.

אום אויסצורעכענען, למשל, נעפּטון'ס ווייטקייט פון דער זון, האָט מען דאָך, נאַטירליך, געמוזט וויסען פריהער אוראַנוס'עס ווייט־קייט פון דער זון, און דיעזעס איז ווידער געוועזען פערבונדען מיט די ווייטקייטען פון די איבעריגע פּלאַנעטען, ווי אויך מיט זייערע גרויס־קייטען, געוויכטען, א. ז. וו. ווען נור ערגעץ וואָלט געוועזען די מינדע־סטע פאַלשקייט אין דיעזע רעכנונגען, וואָלט עס דאָך געמוזט פיה־רען צו פאַלשע רעזולטאַטען, און ניט לע ווערייע און ניט אירגענד וועלכער אַנדערער מאַטעמאַטיקער וואָלט שוין קיינמאָל ניט

ג ע ט ר אָ פּ ע ז, וואו די נייע פּלאַנעט האָט זיך געפונען איידער מען האָט איהר געזעהען.

וואס אנבעלאַנגט לע ווערריע אליין, איז ער אפילו ניט נייגעריג געווען צו דערלאַנגען אַ קוק דורך אַ טעלעסקאָפּ אויף דער פּלאַנעט, וועלכע ער האָט ענטדעקט דורך מאַטעמאַטישע רעכענונגען. קאַמיל פ ל אַ מ אַ ר י אָ ן דערצעהלט אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע, אז לע ווערריע איז זיין גאַנצען לעבען געווען פערטיעפט אלץ אין דער מאַטעמאַטיק און האט זיך גאר ניט אינטערעסירט מיט טעלעסקאָפּען און בעאָבאַכטונגען אויפ'ן הימעל.

אינטערעסאַנט איז אויך, אַז אונגעפעהר מיט אַ יאָהר פריהער פאר לע ווערריע האט אַן ענגלישער סטודענט מיט'ן נאמען אַ ד אַ מ ס דורכגעמאכט די זעלבע רעכענונגען און איז געקומען צו די זעלבע רע־זולטאַטען מכח אַ נייע פּלאַנעט, נאר אנשטאט דאס בעקאַנט צו מאַ־כען, האָט ער דערלאַנגט זיינע חשבונות דעם דירעקטאָר פון דער ענגלישער אָבסערוואַטאָריע אין גריניטש. און אַזוי ווי דיעזער די־רעקטאָר האט זיך גאר ניט פעראינטערעסירט אין דעם, איז דאס געבלי־בען אונבעקאַנט, ביז לע ווערריע'ס רעכנונגען זיינען פערעפענטליכט גע־וואָרען און האָבען אויפגערודערט די וועלט.

נאכהער האָט מען גענוי אויסגערעכענט לויט אַסטראָנאָמישע בעאָבאַכטונגען, אַז לע ווערריע'ס פּלאַנעט, וועלכע איז געקרוינט געוואָ־רען מיט'ן נאָמען פון דעם רוימישען ים־גאָט נעפּטון (אויך פון סאַ־טורנ'ס מיטהאָלאָגישע משפחה), וואַנדערט ארום דער זון אויף אַ ווייטקייט, וועלכע איז אונגעפעהר 30 מאל גרעסער פאר דער ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון, און אַז דיעזע רייזע דויערט 164 ערדישע יאהרען מיט 281 טעג.

אין דער צייט וואָס עס נעהמט אונזער ערדקוגעל צו דרעהען זיך ארום דער זון קנאַפּע 165 מאָל, מאכט נעפּטון בלויז א י י ן ק ר י י ז ארום דער זון.

אויב עס געפינען זיך שכל'דיגע בעשעפעניסען אויף דיעזער וויי־טער פּלאַנעט, האָבען זיי צו צעהלען אין איין יאָהר זייערען אונזערע 6 0 ט ו י ז ע נ ד טעג: נור אַזוי ווי די טעג זיינען דאָר־טען העכסט וואהרשיינליך צ ו ו י י מ אַ ל ק י ר צ ע ר ע פאר

אונזערע, לעבען זיי דורך אַרום 120 טויזענד טעג אין דער צייט פון
א י י ן רייזע אַרום דער זון.

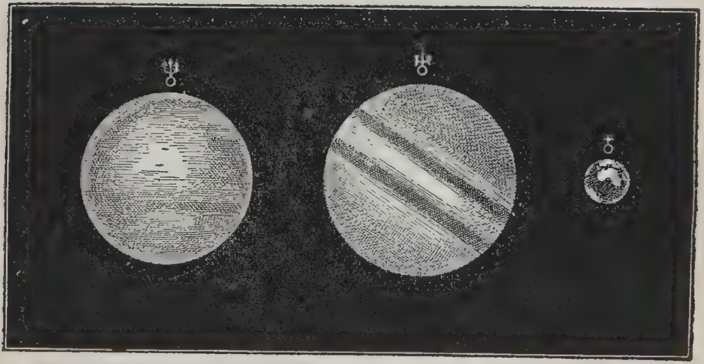
ווי לאַנג עס נעהמט דעם נעפּטון צו דערלאַנגען זיך א דרעה אַרום זיין אַקס, דאָס איז נאָך ניט געלונגען אויסצורעכענען, ווייל פון אַזאַ ווייטקייט איז עס גאָר שווער צו בעשטימען גענוי די פלעקען אויף זיין אָבערפלעך. מיר ווייסען דאָך שוין פון די פּאָריגע קאַפּיטלעך, אַז נאָכשפּירענדיג געוויסע פלעקען אויפ׳ן מאַרס, יופּיטער, סאַטורן און אוראַנוס, געפינט מען אויס, ווי לאַנג עס זיינען דאָרטען די טעג און די נעכט. נור מען רעכענט אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט, אַז דער נעפּטון בעוועגט זיך אַרום זיין אַקס אונגעפעהר אַזוי שנעל, ווי דער סאַטורן אָדער אוראַנוס, און דאָס מיינט וועניגסטענס צ ו ו י י מ אָ ל ש נ ע ל ע ר פאַר די בעוועגונגען פון אונזער ערדקוגעל אַרום זיין אַקס. מען דאַרף וואַרטען אויף נייע אויסבעסערונגען אין טעלע־סקאָפּען, אום צו קענען אויסגעפינען מיט מאַטעמאַטישער זיכערהייט די טעגליכע בעוועגונג פון נעפּטון.

דערווייַלע האָט מען שוין פעסטגעשטעלט דורך בעאָבאַכטונגען מיט ספּעקטראָסקאָפּען, אַז די פּלאַנעט נעפּטון איז אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע, וועלכע האָט א מערקווירדיגע עהנליכקייט צו דער אַטמאָספערע פון אוראַנוס. אויך דאָרטען געפינען זיך אַזעלכע גאַזען, וועלכע ע ק ז י ס ט י ר ע ן ג אָ ר נ י ט א ו י ף ד ע ר ע ר ד.

די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון אוראַנוס, נעפּטון און ערד־קוגעל איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 40. אין וואָליום אָדער אומפאַנג איז נעפּטון 55 מאָל גרעסער פאַר אונזער ערד: אָבער זיין דענסיטעט איז בלויז א דריטעל פון דער ערד׳ס. די שטאָפען דאָר־טען זיינען אונגעפעהר אַזעלכע שיטערע ווי פון אוראַנוס. זיין דיאַ־מעטער איז נאָהענט פון 4 מאָל גרעסער פאַר׳ן דיאַמעטער פון דער ערד.

ניט אַכטענדיג דערויף, וואָס דיעזע פאַרלויפיג ווייטעסטע פּלאַ־נעט איז אַזוי פיעל גרעסער פאַר אונזערע, איז אָבער די שווערקייט דאָרטען כמעט אַזוי ווי אויף דער ערד, נעמליך: אונזערער א פונט, ווען מען זאָל איהם טראַנספּאָרטירען אויפ׳ן נעפּטון, וועט וועגען בלויז מיט 14 הונדערטלעך פונט מעהר.

עס איז ניט אַריבער אַ מאָנאַט נאָך לע ווערי׳עס וואונדערליכע ענטדעקונג פון נעפּטון, ווי דער ענגלישער אַסטראָנאָם ל אַ ס ע ל האָט דערשפּירט ז י י נ ע א ל ב נ ה. דערוויילע האָט מען נאָך ניט ענטדעקט מעהר בעגלייטער פון נעפּטון, אָבוואָהל אַסטראָנאָמען זיינען כמעט זיכער, אַז ער האָט אייניגע. דיעזע לבנה, וועלכע האָט נאָך ניט געקראָגען אַן אַלגעמיין אָנערקענטען נאָמען, וואַנדערט אויף אַ וווייטקייט פון 356,000 קילאָמעטער פון נעפּטון, און אַזוי שנעל, אַז דאָס דוירט איהר בלויז 5 טעג 21 שטונדען. די מאָנאַטען אויפ׳ן נעפּטון זיינען, אַלזאָ, פ י נ ף מ אָ ל ק י ר צ ע ר פאַר אונזערע.



ציינכונג 40.—די פערהעלטניסמעסיגע גרויס פון אוראַנוס (לינקס), נעפּטון (אין מיטען) און ערד (רעכטס).

דאָס מערקווירדיגסטע פון דיעזער לבנה איז, וואָס זי וואַנדערט פ ע ר ק ע ה ר ט ווי אונזערע און ווי אַלע אַנדערע, אויסער די לבנות פון אוראַנוס. אויך אין דיעזען פּרט, נעמליך אין די אונגעוועהנליכע און פאַרלויפיגע נאָך ניט ערקלערטע בעוועגונגען פון זייערע לבנות, ווי דאָס איז אָנגעוויזען געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל, זיינען אוראַנוס און נעפּטון עהנליך.

קוקענדיג פון נעפּטון, זעהט די זון אויס 900 מ אָ ל ק ל ע־נ ע ר, ווי קוקענדיג פון אונזער ערדקוגעל. דאָס מיינט אַלזאָ, אַז

דאָרטען איז אויך פּראָפּאָרציאָנעל קעלטער און דונקעלער. אַ קרייז, וואָס זיין דיאַמעטער איז 30 מאָל קלענער פאַר דעם דיאַמעטער פון דעם זונען־קרייז, וואָס מיר זעהען אויף דער ערד — אַזוי וואָלט זיך אונז אויסגעדוכט די זון, ווען מיר וואָלטען אַריבערגעטראָגען געוואָרען אויפ'ן נעפּטון. פון דעסטוועגען איז נאָך דאָרטען איהר גלאַנץ העלער פאַר דעם גלאַנץ פון איבער 40 טויזענד פיקסע שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד אויף אונזער פּלאַנעט. אַזוי האָבען עס נאַטור־פאָרשער אויסגערעכענט.

איז נעפּטון טאַקע די לעצטע פּלאַנעט פון אונזער זונען־סיסטעם? דיעזע פראַגע האָט מען געשטעלט גלייך נאָך לע ווערי'ס ענטדעקונג און מען שטעלט איהר אַלץ מעהר, וואָס ווייטער מען פאָרשט איהרע בעוועגונגען. מען האָט אויך אויסגעפונען, אַז זי מאַרשירט ניט פּונקט נאָך די אויסרעכענונגען, אַז עס קומען פאַר אין איהרע בעוועגונגען געוויסע פּערטורבאַציאָנען (שטערונגען), אַזוי ווי מען האָט עס בעמערקט אין דער בעוועגונג פון אוראַנוס; און דאָס פיהרט צו דער מיינונג, אַז ערגעץ שוועבט נאָך אַ פּלאַנעט, וואָס רופט אַרויס אָט דיעזע פּערטורבאַציאָנען דורך איהר ציהונגס־קראַפט.

אייניגע מאַטעמאַטיקער, דאַרונטער אויך דער בעוואוסטער אַמעריקאַנער אַסטראָנאָם פּיקערינג, האָבען נאכגעפאָלגט לע ווערי'ס ביישפּיעל און האָבען אויסגערעכענט, ווי גרויס, שווער א. ז. וו. די אונבעקאַנטע הימלישע שכנה דאַרף זיין און אויף וואָס פאַר אַ ווייטקייט זי וואַנדערט אַרום דער זון. זי זאָל זיך געפינען 48 מאָל ווייטער פון דער זון פאַר אונזער ערדקוגעל. אָבער מען האָט נאָך ניט אויסגעבעסערט אַזוי פיעל די טעלעסקאָפּען, אַז מען זאָל איהר קענען דערזעהען.

לאָמיר האָפען, אַז מען וועט שליסליך אויסגעפינען נאָך אַ פּלאַנעט. נור דערווייל לאָמיר זיך בעגנוגענען מיט דער שוין בעקאַנטער און מעהר אָדער ווייניגער אויסגעפאָרשטער פּלאַנעטען־פאַמיליע פון דער זון און לאָמיר דערלאַנגען אַ וואָרף אונזערע בליקען אויף אַנדערע הימלישע קערפּער, וועלכע מען האָט אין אַלע צייטען געקענט זעהען מיט נאַקעטע אויגען, נעמליך: קאָמעטען און פאַלענדע שטערן.

———

קאַפּיטעל 22.

שרעק־יאָגענדע איינבילדונגען און אַבערגלויבענס וועגען קאָמעטען.

די משונה׳דיגסטע אַבערגלויבענס זיינען ביי אַלע פעלקער פערבונדען געוואָרען מיט קאָמעטען. קיינער האָט ניט געוואוסט, פון וואַנען זיי קומען און וואוהין זיי פערשווינדען. ניט נאָר זייערע געהיימניספאָלע וואַנדערונגען, זאָנדערן אויך זייערע געהיימניספאָלע געשטאַלטען, ספּעציעל זייערע אונגעהייער לאַנגע עקען, האָבען געמוזט מאַכען דעם טיעפסטען איינדרוק אויף אַלעמען. מען מעג זאָגען, אַז קיין ערשיינונג אויפ׳ן הימעל, אַפילו ניט אַ ליקוי חמה, האָט ניט אַזוי שטאַרק אויפגערייצט די איינבילדונגס־קראַפט און די פאַנטאַזיעס פון מענשען, ווי די פּלעצליכע אויפגלענצונגען פון קאָמעטען מיט לאַנגע עקען.

„די זאַכען וואָס מיר זעהען יעדען טאָג, שרייבט פלאַמאַריאָן אין זיין פּאָפּולערער אסטראָנאָמיע, די ערשיינונגען וועלכע ווידערהאָלען זיך שטענדיג אָדער רעגעלמעסיג פאַר אונזערע אויגען, מאַכען קיין בעזאָנדערן איינדרוק ניט אויף אונז, ערוועקען ניט אונזער אויפמערקזאַמקייט אָדער אונזער נייגיריגקייט.

„פילאָזאָפען, האָט בעמערקט ד׳אַלאַמבער (אַ בעריהמטער פראַנצויזישער מאַטעמאַטיקער און פריידענקענדער פילאָזאָף פון 18טען יאָהרהונדערט), האָבען אורזאַכען זיך צו וואונדערען, ווען זיי זעהען ווי אַ שטיין פאַלט, אָבער אויך די פּראָסטע מענשען וואָס לאַכען פון אַזאַ ערשטוינונג, ווערען ערשטוינט, ווען זיי הויבען נאָר אָן נאָכצודענקען“. יאַ, מען מוז טאַקע זיין אַ פילאָזאָף, מען מוז נאָכדענקען, אום צו נעהמען זיך צו אַן אונטערזוכונג מכח דעם „וואָרום“ און „ווי אַזוי“ פון די ערשיינונגען, וועלכע מען זעהט יעדען טאָג אָדער וועלכע ווידערהאָלען זיך אָפט און רעגעלמעסיג. די בעוואונדערונגס־ווערטהעסטע ערשיינונגען בלייבען אונבעמערקט, ווען מען זעהט זיי אָפט, ווייל די געוואָהנהייט שוואַכט אָב די איינדריקע און מאַכט אונז גלייכגילטיג.

„מערקווירדיג איז עס אָבער, שרייבט ווייטער פלאַמאַריאָן, אַז דאָס אונערוואַרטעטע, דאָס אונגעוועהנליכע רופט אַרויס ביי'ם מענשען גראַדע שרעק, אָבער קיין מאָל ניט קיין פרייד אָדער האָפנונג. דאַרום האָט טאַקע די פּלעצליכע ערשיינונג פון אַ קאָמעט אויפ'ן הימעל, איהר בלייכער שיין, איהר זאָנדערבאַרע פאָרמע, אַרויסגערופען ביי אַלע פעלקער און אין אַלע צייטען אַ שרעק. מען האָט דאַרום אויך געקוקט אויף אַ קאָמעט, ווי אויף אַ שרעקליכע מאַכט, וואָס סטראַשעט איבערצוקעהרען די געוועהנליכע אָרדנונג פון דער וועלט. און אַזוי ווי די ערשיינונג פון אַ קאָמעט דויערט ניט לאַנג, דאַרום זיינען פערשפּרייט געוואָרען גלויבענס, אַז איהרע שרעקליכע ווירקונגען מוזען געשעהען באַלד אָדער וועניגסטענס אין אַ נאָהענטער צוקונפט".

דאָ גיט אונז דער בעריהמטער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם אַ גאַנץ ריכטיגע פּסיכאָלאָגישע ערקלערונג, פאַר וואָס מען האָט זיך אימער און איבעראַל געשראָקען פאַר קאָמעטען; פאַר וואָס מען האָט אַלץ פאָראויסגעזאָגט ביי זייער ערשיינונג שלעכטע צייטען, אָבער קיינמאָל ניט גוטע; פאַר וואָס מען האָט אין זיי אַלץ געזעהען צייכענס פון מלחמות און מגפות, אָבער קיין מאָל ניט פון פריעדען און גליק אויף דער ערד.

יאָ, עס איז ריכטיג, די נאַטור פון דעם מענשען איז שוין אַזוי געשאַפען, אַז דאָס אונערוואַרטעטע, דאָס אונגעוועהנליכע ערוועקט אין איהם שטענדיג אַ געפיהל פון שרעק, אָבער ניט פון פרייד און האָפנונג.

מיר דאַרפען זיך דאַרום גאָר ניט וואונדערן, וואָס מענשען האָבען אימער געקוקט מיט אַנגסט און מורא אויף קאָמעטען, ווי אויך אויף עקליפּסען (ליקוי'ס) פון דער זון און פון דער לבנה, וועלכע טרעפען ניט אָפט (אין איינער און דערזעלבער געגענד) און דויערן גאַנץ ווינציג צייט. און אין די צייטען, ווען מען האָט גענומען זוכען ערקלערונגען מכח דיעזע וואַנדערער אויפ'ן הימעל און מען האָט קיינע מיטעל ניט געהאַט צו דערגעהען עפּעס בעשטימטעס מכח זייער נאַטור און בעוועגונגען, האָט מען צוזאַמענגעפלאָכטען דיעזען נאַטיר-

ליכען געפיהל פון שרעק מיט אוננאַטירליכע זאַכען, מיט פאַנטאַזיעס און בייקעס.

מיר וועלען דאַ ברענגען עטליכע אַזעלכע איינבילדונגען און בבא־מעשות וועגען קאָמעטען, ווי זיי זיינען פערשריעבען געוואָרען אין אַל־טע ביכער:

די רוימער האָבען געגלויבט, אַז די גרויסע קאָמעט, וועלכע האָט זיך בעוויזען אין 43טען יאָהר פאַר דעם אָנפאַנג פון דער קריסטליכער צייטרעכנונג, אַרום דער צייט, ווען יוליוס צעזאַר איז דערשטאָכען געוואָרען, איז נאָר געווען אַ פערקערפּערונג פון דיעזען דיקטאַטאָר. יאָזעפוס פלאַוויוס (יוסף בן מתתיהו הכהן) דערצעהלט, אַז אַ „רויטע" קאָמעט האָט זיך געצייגט אין דער צייט פון דער שרעקליכער בעלאַ־גערונג פון ירושלים.

די זעלבע קאָמעט אָבער, וועלכע האָט געשיינט „רויט ווי בלוט" אין די אויגען פון די אונגליקליכע בעלאַגערטע אידען אין ירושלים פאַר חורבן בית שני, האָט גאָר געלויכטען העל אין די אויגען פון די רוימער. דער רוימישער היסטאָריקער פּליניוס בעריכטעט וועגען דער דאָזיגער קאָמעט אַזוי: „איהר ווייסער גלאַנץ איז געווען אַזוי שטאַרק, דאָס מען האָט קוים געקענט קוקען אויף איהר; מען האָט דאָרטען געזעהען די געשטאַלט פון גאָט אין אַ מענשליכער פאָרמע"...

„דער היסטאָריקער סועטאָניוס, שרייבט פלאַמאַריאָן, האָט צו־געשריעבען די רציחות פון נעראָן, וועלכער איז געווען אונטער דעם איינפלוס פון דעם אַסטראָלאָג באַבילוס, צו דער ווירקונג פון אַ קאָ־מעט. ער בעהויפּטעט, אַז אַ קאָמעט האָט אָנגעקינדיגט דעם טויט פון דעם צעזאַר קלאַודיוס. דער היסטאָריקער דיאָן קאַסיוס דערצעהלט, אַז פיעלע וואונדער זיינען פאָרגעקומען פאַר דעם טויט פון אַספּאַסיאַ־נוס (דעם פאָטער פון טיטוס הרשע): אַ קאָמעטע האָט זיך בע־וויזען, דער קבר פון אויגוסטוס האָט זיך אַליין געעפענט. ווען די דאָקטוירים האָבען אָנגעוויזען אַספּאַסיאַנוס'ן, דאָס ניט אַכטענדיג אויף זיין ערנסטע קראַנקהייט, פיהרט ער זיין לעבען ווי געוועהנליך און גיט זיך אָפּ מיט די אַנגעלעגענהייטען פון דער מלוכה, האָט ער געענטפערט: „אַ צעזאַר דאַרף שטאַרבען שטעהענדיגערהייט". דער־הערענדיג, אַז זיינע העפלינגע ריידען צווישען זיך גאַנץ שטיל וועגען די קאָמעט, האָט ער אויסגערופען מיט אַ געלעכטער: „דיעזער האָ־

רעדיגער שטערן קימערט מיך ניט; ער סטראַשעט מעהר דעם קעניג פון די פאַרטהען (אַלטע פּערסען), ווייל זיין קאָפּ איז בעדעקט מיט האָר און איך האָב אַ פּליך״.

„דיעזע אַנטוואָרט, בעמערקט פלאַמאַריאָן, דערמאָנט אָן די אַנט־וואָרט פון דעם בעריהמטען קאַרטהאַגענער העלד האַניבאַל צום קעניג פון ביטהוניען, וועלכער האט זיך אָפּגעזאָגט אנטהייל צו נעהמען אין אַ שלאַכט אויף דעם גרונד, ווייל די וואָהרזאָגעריי נאָך די אינגעווייט פון בהמות איז ניט געווען אַ גינסטיגע: „אַזוי, דיר איז ליעבער צו פאָלגען דעם ראטה פון אַ שעפּסענען לעבער, ווי פון אַן אַלטען גע־נעראַל?״

„יאַ, יעדע צייט האָט זיך איהרע פאָראורטהיילע, און אין אונזער צייט האָבען מיר אויך אַזעלכע לעבערליכע פאָראורטהיילע״.

אַלע קאָמעטען, וואָס מען האָט נור געקענט בעמערקען אין מי־טעלאַלטער, זיינען צוזאַמענגעפלאָכטען געוואָרען מיט פערשיעדענע ווילדע אַבערגלויבענס און נאַרישע בייקעס. דאָס זיינען דאָך געווען די פינסטערע פאַנאַטישע צייטען אין איירשָפּאַ. די אונגלויבליכסטע זאַכען פלעגען אָנגענומען ווערען מיט דעם בלינדעסטען גלויבען. מען האָט אַלץ דערצעהלט בייקעס, וועלכע מען האָט אָהן שום איבערלייגונג אָנגענומען פאַר גאָט׳ס וואונדער. די געשיכטע פון מיטעלאַלטער איז פול מיט אַזעלכע נסים ונפלאות, וועלכע רופען אַרויס אין אונזערע צייטען נאָר ערשטוינונג, ווי אַזוי מענשען האָבען גאָר געקענט זיין אַזוי דום און בלינד.

וואָס אָנבעלאַנגט צו די געהיימניספאָלע וואַנדערער אויפ׳ן הימעל, צו די קאָמעטען, וועלכע האָבען, ווי שוין בעמערקט, שטענדיג געשראָ־קען די מענשען, קען מען אָנפילען ביכער מיט די משונה׳דיגע שרעַ־קען, אַבערגלויבענס און בבא־מעשות, וועלכע זיינען פערצייכענט גע־וואָרען אין די שריפטען און דברי הימים פון די מיטעלאַלטערליכע גלחים און געשיכטע־שרייבערס. ניט נאָר האָט מען יעדע קאָמעט בעטראַכט אַלס אַ צייכען פון טויט פאַר געוויסע פּרינצען, קעניגע און פּאָפּסטען, נאָר מען האָט אויך פּשוט א ו י ס ג ע ט ר אַ כ ט אַזעל־כע ערשיינונגען. אַזוי, צום ביישפּיעל, האָט מען אויסגעטראַכט אַ קאָמעט, וועלכע האָט זיך כלומרשט בעוויזען אום אָנצוקינדיגען דעם טויט פון קאַרל דעם גרויסען אין יאָהר 814.

דער היסטאָריקער ניסעטאַס בעשרייבט אַזוי אַ קאָמעט, וועלכע האָט זיך בעוויזען אין 1182 : „נאָכדעם ווי די לאַטיינער זיינען פער־יאָגט געוואָרען פון קאָנסטאַנטינאָפּאָל, האָט מען געזעהען אַן אָנוויי־זונג אויף די פערברעכען און רציחות, וועלכע אנדראָניקוס האָט גע־זאָלט בעגעהן. אַ קאָמעט איז ערשיענען אין הימעל, זי איז געווען עהנליך צו אַ צוזאַמענגעדרעהטער שלאַנג. דאָ האָט זי זיך פאַנאַנ־דערגעצויגען, דאָ האָט זי זיך צונויפגעדרעהט און דאָ האָט זי, צום גרעסטען שרעק פון די צוזעהער, געעפענט אַ ריעזיגען מויל, אַזוי ווי זי וואָלט געדורשט נאָך מענשליכע בלוט“.

פּאַראַסעלסוס (אַ בעריהמטער אַלכעמיקער און דאָקטאָר פון 16־טען יאָהרהונדערט) האָט פערזיכערט, אַז מלאכים שיקען עס אַראָפּ קאָמעטען אַלס אַ וואָרנונג פאַר מענשען. אַלפאָנס דער זעקסטער, דער בלוטדורשטיגער משוגענער קעניג פון פּאָרטוגאַל, איז אַרויסגעלאָפען אויף אַ באַלקאָן פון זיין פּאַלאַץ, ווען אַ קאָמעט האָט זיך בעוויזען אין 1664, האָט איהר אָנגעפאַנגען צו בעשימפּפען און צו שילטען און האָט איהר זאָגאַר געסטראַשעט מיט זיין רעוואָלווער.

די מעהרסטע וואונדער־געשיכטען און אַבערגלויבענס זיינען גראָ־רע צוגעשריעבען געוואָרען צו דער קאָמעט, וועלכע טראָגט יעצט דעם נאָמען פון דעם גרויסען ענגלישען אַסטראָנאָם עדמונד האַלי, ווייל ער האָט אויסגערעכענט און בעוויזען, אַז זי ערשיינט פאַר אונזערע אויגען אַלע 75 יאָהר.

אין די לעצטע צוויי טויזענד יאָהר האָט מען געזעהען דיעזע קאָ־מעט 24 מאָל, אָבער ביז האַלי'ס בעריהמטע אויסרעכנונגען האָט מען עס ניט געוואוסט און מען האָט איהר יעדעס מאָל אָנגענומען פאַר אַ נייעם הימלישען וואונדערער און פאַר אַ נייעם צייכען פון שרעקליכע צייטען אויף אונזער זינדיגער ערד.

ביי איהר עשיינונג אין 837 האָט אין פראַנקרייך געקעניגט לואי דער ערשטער. אַ כראָניקער פון יענער צייט דערצעהלט וועגען דעם אַזוי : „אין מיטען פון די הייליגע פסח־טעג האָט זיך אויפ'ן הימעל בעוויזען אַ קאָמעט, וועלכע איז שטענדיג אַן אָנווייזונג אויף טרויער און אונגליק. ווי נאָר דער קעניג, וועלכער איז זעהר אויפמערקזאַם אויף אַזעלכע ערשיינונגען, האָט איהר דערזעהען, האָט ער שוין רוהיג ניט געקענט שלאָפען. ..אַן ענדערונג אין דער רעגירונג און דער מויט

פון אַ פּרינץ ווערט אַנגעקינדיגט דורך דיעזען צייכען", האָט ער צו מיר געזאָגט".

דיעזער קעניג האָט זיך בעראַטהען מכח דעם מיט די בּיסקאָפּען, וועלכע האָבען איהם ערקלערט, אַז ער מוז זאָגען וואָס מעהר תפילות, בּויען קירכען און גרינדען קלויסטערס פאַר מאָנאַכען און מאָנאַשקעס. ער האָט געפאָלגט דעם „גוטען" ראַטה פון די געשייטע גלחים, אָבער אין דריי יאָהר אַרום איז ער געשטאָרבּען.

צייכנונג 41.—אַ פאָרשטעלונג פון האַלי'ס קאָמעט אין 1066 אויף דער
Bayeux Tapestry

האַלי'ס קאָמעט האָט זיך בּעוויזען אין 1066, אין דער צייט ווען די נאָרמאַנען אונטער ז'ער פיהרונג פון וויליאַם דעם עראָבּערער האָבּען זיך אַריינגעריסען אין ענגלאַנד. די נאָרמאַנען האָבּען צוגעשריעבּען זייער זיעג בּיי האַסטינגס צו דיעזער קאָמעט, און די קעניגין האָט געהייסען אויך פאָרשטעלען דיעזע קאָמעט און די בּעוואונדערונג פון איהרע אונטערטהאַנען אויף אַ טאַפּעסטרי 70 מעטער לאַנג, וואָס איז אויסגענייהט געוואָרען צום אַנדענקען פון דיעזען זיעג. דיעזע אויסגענעהטע בּילד קען מען עד היום זעהען אין מוזעאום פון דער פראַנצויזישער שטאָדט בּאַיעי, ווי אויף דער צייכנונג 41.

נור די קאָמעט, וועלכע האָט זיך בעוויזען אין 1456, דריי יאָהר נאָכדעם ווי די טערקען האָבען איינגענומען קאָנסטאַנטינאָפּאָל, האָט מעהר פון אַלע אַנדערע איינגעשראָקען די קריסטליכע וועלט. מען האָט דאַן איבערהויפּט געציטערט, אַז די מחמד'אַנער וועלען אונטער דער לייטונג פון די קריגערישע טערקען איינגעהמען גאַנץ אייראָפּאַ און פערניכטען דאָס קריסטענטהום. אין דער קריסטליכער וועלט האָט מען דערצעהלט די שוידערליכסטע געשיכטען וועגען די רציחות פון די טערקען. אַלע קריסטען האָבען בעזאָנדערס בעדויערט, וואָס די בע־ריהמטע קירכע פון דער הייליגער סאָפיע אין קאָנסטאַנטינאָפּאָל איז פון די זיעגרייכע טערקען אומגעוואַנדעלט געוואָרען אין אַ מחמד'אַ־נישען טעמפּעל.

די געשיכטע־שרייבער פון יענער צייט האָבען פערצייכענט די ווילדע איינבילדונגען און אבערגלויבענס מכח האַלי'ס קאָמעט אין 1456. זי איז געוועזען גרויס און שרעקליך, דערצעהלען זיי; איהר עק האָט געגלענצט מיט אַ גאָלדענעם קאָליר, אויך האָט זי זיך אויסגעווי־זען ווי אַ גרויסער פלאַם. די מוסולמאַנער האָבען אין איהר געזעהען דעם צייכען פון אַ צלם און די קריסטען דעם צייכען פון אַ יאַטאַגאַן (אַ קרומער טערקישער שווערד). אַלע האָבען עס יעדענפאַלס אָנגע־נומען פאַר אַ צייכען פון געטליכען צאָרן. דער פּאַפּסט קאַליקסטוס דער דריטער האָט דאַרום געהייסען אַלע קריסטען זאָגען די תפילה „אַנ־געלוס“ מיט דער טיעפסטער כונה, אום צו טהאָן תשובה און אויס־בעטען ביי גאָט, אַז די קאָמעט זאָל זיך אָפּטראָגען און די טערקען זאָלען צוגלייך פערניכטעט ווערען. עס איז אינטערעסאַנט דערביי צו בעמערקען, אַז זייט דאַן איז עס דיעזע בעריהמטע תפילה פערבליבען ביי אַלע קאַטוילישע פעלקער אַלס אַ בעזאָנדערס הייליגע. די מייס־טע קאַטויליקען ווייסען יעצט גאָר ניט דעם ריכטיגען אורשפּרונג פון דיעזער געברויכליכסטער תפילה זייערער.

אַ זעהר אינטערעסאַנטער גאַסט איז דיעזע קאָמעט, און ניט בלויז פאַר די געלעהרטע אַסטראָנאָמען, זאָנדערן אויך פאַר פּראָסטע בשר ודם'ס, ווייל אַזוי פיעל אַבערגלויבענס און לעגענדען זיינען מיט איהר פערבונדען געוואָרען אין אַלע לענדער און אין אַלע צייטען און ווייל זי צייגט זיך אַזוי רעגעלמעסיג. עס זיינען אַפילו דאָ קאָמעטען וואָס בעווייזען זיך אויף דעם הימעל אַרום אונזער ערדקוגעל פיעל עפטער

פאַר האַלי'ס קאָמעט; אָבער זי איז דאָך די בעריהמטעסטע פון זיי, ווייל זי האָט עס געגעבען דיעזען גרויסען אַסטראָנאָם די מעג־ליכקייט צו ערקלערען וויסענשאַפטליך די בעוועגונגען פון אַזעלכע געהיימניספאָלע הימלישע וואַנדערער.

אין 1704 האָט האַלי, וועלכער איז אויך געווען א פריינד און מיטאַרבייטער פון דעם וואונדערבארען זשעני אייזעק ניוטאָן, דעם ענטדעקער פון אַנציהונגס־קראַפט, בעקאַנט געמאַכט דעם רעזולטאַט פון זיינע גלענצענדע פאָרשונגען און אויסרעכנונגען וועגען קאָמעטען און דאַן האָט ער פאָראויסגעזאָגט, אַז אַ קאָמעט, וואָס מען האָט בעאָב־אַכטעט אין די יאָהרען 1531, 1607 און 1682, וועט זיך ווידער בעוויי־זען צו ענדע פון 1758 אָדער אין אָנפאַנג פון 1759.

„קיין מאָל, שרייבט פלאַמאַריאָן, האָט אַ וויסענשאַפטליכע נבואה ניט ערוועקט אזוי די קוריאָזיטעט אין גאַנץ אייראָפאַ, ווי דיעזע. און די דאָזיגע קאָמעט האט זיך טאַקע בעוויזען אין דער פאָראויסגע־זאָגטער צייט! זי האָט געוואַנדערט צווישען די שטערן־גרופען ווי האלי האָט עס פ אָ ר א ו י ס א ו י ס ג ע ר ע כ ע נ ט! דעם 12טען מערץ 1759 איז זי צוגעקומען צו איהר פעריהעליע (אַזוי רופט מען, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פריהערע קאַפיטלעך, דעם נ ע ה ע נ ט ־ ס ט ע ן פ ו נ ק ט פון אַ פלאַנעט אָדער אַ קאָמעט צו דער זון), בלויז איין מאָנאַט פאַר דעם אויסגערעכענטען טאָג. „מיר האָבען איהר אַלע בעאָבאַכטעט, האָט געשריעבען לאַלאַנד (אַ בעריהמטער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם), זאָ דאָס עס קען שוין מעהר קיין צווייפעל ניט זיין, אַז קאָמעטען זיינען אויך פלאַנעטען, וועלכע דרייהען זיך אַרום דער זון“. אָט דיעזע קאָמעט, וועלכע האָט געוואַנדערט נאָך די מאַטעמאַטישע נבואות פון אַסטראָנאָמען, האָט געעפענט א נייע וועלט אין דער וויסענשאַפט איבער קאָמעטען“.

אין 1910 האָט מען נאָך אַמאָל זיך איבערגעצייגט, ווי ריכטיג דיזע וויסענשאַפטליכע נבואה ווערט מקוים. זי האָט זיך בעוויזען אין דער פאָראויס אנגעקינדיגטער צייט און האט, זעלבסטפערשטענדליך, צוגע־צויגען די גרעסטע אויפמערקזאַמקייט. איבעראל האָט מען אויסגע־קוקט אויף דיזען זעלטענען גאַסט, און מאַסען מענשען זיינען געוועזן נייגעריג צו וואַכען א נאַכט, אום צו קענען איהר זעהן פאַרטאָג. איך

בין געווען איינער פון אזעלכע נייגעריגע. איך האָב געהאַט דעם מזל צו בעטראַכטען איהר עטליכע מאָל אין ניו יאָרק. *).

מען קען זיך פאָרשטעלען, ווי אפילו געבילדעטע מענשען זיינען דאַן ערשטוינט געוואָרען דורך דיעזען אונבעשטרייטבארען בעווייז, אז אויך קאָמעטען וואַנדערען לויט בעשטימטע געזעצע פון דער נאַ־טור, ווען מען בערעכענט, דאָס אפילו היינט, אז מען ווייס שוין פיעל מעהר מכח דיעזע געהיימניספאָלע וואַנדערער, ווי אין ניוטאָנ׳ס צייטען, געפינען זיך נאָך אַלץ מיליאָנען מענשען, וואָס שרעקען זיך פאר דיזע ערשיינונגען אויפ׳ן הימעל, וואָס גלויבען אז דאָס איז א צייכען פון מלחמות, פון כאָלערעס און פון אַלערליי שלעק.

די וואונדער־געשיכטען וועגען „פייערדיגע שווערדען“, „בלוטיגע קרייצען“, „פלאַמענדע שפּיזען“, „דראַגאָנען מיט ברענענדע מיילער“, א. ז. וו., וועלכע מען געפינט אין די שריפטען פון מיטעל־אַלטער, בעציהען זיך געוועהנליך אויף די ערשיינונגען פון קאָמעטען. אַפּילו זעהר ערנסטע דענקער און פאָרשער האָבען זיך אמאָל געשראָקען פאר דיזע געהיימניספאָלע וואַנדערער. א מ ב ר ו א ז פּ א ר ע, א בעריהמטער כירורג פון 16טען יאָהרהונדערט, בעשרייבט אזוי א קאָמעט, וואָס האָט זיך בעוויזען אין 1528 : „דיזע קאָמעט איז געווען אזוי שוידערליך און זי האָט ארויסגערופען אזא שרעק ביי דעם המון, אז מאַנכע זיינען טאַקע געשטאָרבען פון זייער שרעק און אנדערע זיי־נען קראַנק געוואָרען. איהר לענג איז געווען אַן אונגעהייערע, און איהר פאַרב איז געווען א בלוטיגע. אויף איהר שפּיץ האט מען געזעהן אַן איינגעבויגענעם אַרם מיט אַ גרויסען שווערד אין דער האנד, אזוי ווי ער וואָלט זיך פערמאָסטען צו שניידען. ביי דעם שפּיץ פון שווערד זיי־נען געווען דריי שטערן. ביי ביידע זייטען פון די שטראַהלען פון דיזער קאָמעט האָט מען געזעהן אַ גרויסע צאָהל העק, מעסערס, שווערדען, געפאַרבטע אין בלוט, און צווישען זיי אויך אַ גרויסע צאָהל שרעקליכע געזיכטען מיט בערד און צופּאַטעלטע האָאר“.

דאָס צייגט, בעמערקט דערביי איראָניש פלאַמאַריאָן, וואָס פאַר

*) מיינע בעאָבאַכטונגען און איינדריקע האָב איך דאמאָלס איבער־געגעבען אין אַ צייטונגס־אַרטיקעל, וועלכען איך האַלט פאַר ניט איבעריג איבערצודרוקען צו ענדע פון דיזען בוך. זעה ביילאַגע ג.

ווייטזעהענדע אויגען די מענשליכע איינבילדונג האָט, ווען זי וויל עס נאָר.

ביי די ערשיינונגען פון קאָמעטען אין 1528 און אין 1577 האָבען פיעלע מענשען אזוי פעסט געגלויבט אין דעם אונטערגאַנג פון דער וועלט, אַז זיי האָבען אָבגעזאָגט זייערע פערמעגענס אויף קלייסטערס. ניט בערעכענדיג גאָר דערביי, אַז קלייסטערס וועלען דאָך אויך חרוב

צייכנונג 42.—וואָס די פאַנטאַזיע פון אבערגלויבער האָט געזעהן אין דער קאָמעט פון 1528, ווען מען האָט אויך זיך געשראָקען אַז די וועלט וועט אונטערגעהן.

ווערען בשעת די וועלט וועט אונטערגעהן. די גאָטס־פאַרכטיגע גלחים, וועלכע האָבען נאַטירליך געשטיצט אַזעלכע איינבילדונגען, האָבען זיך גאָר ניט געפוילט אָנצונעהמען דיזע ירושות טראָץ דעם אַלגעמיינ־ ערוואַרטעטען וועלט־אונטערגאַנג. זיי האָבען געוויס גערעכענט, אַז טאָמער וועט עס ניט קומען צו אַזאַ סוף פון דער וועלט, וועט עס זיי געוויס גאָר ניט שאַדען, ווען די מאַיאָנטקעס וועלען בלייבען אין זייערע

כשר'ע הענד. אונגעהייערע רייכטהימער האָט די „הייליגע" קאטוילישע קירכע צוזאמענגעקליבען דורך אַזעלכע אָבערגלויבענס און איינגע־בילדעטע שרעקען.

די אַסטראָלאָגען, וועלכע מען האָט געהאַלטען פאַר גרויסע וואהר־זאָגערס און אויך פאַר די גרעסטע קענערס פון הימלישע ערשיינונגג, האָבען נאָך פערגרעסערט די נאַטירליכע שרעקען פאַר קאָמעטען און פערפאַסט דערביי פערשיעדענע וואונדער־געשיכטען. יעדע קאָמעט פלעגען זיי אויסנוצען, אום צו בעווייזען זייער איינגעבילדעטע קראַפט פון וואהרזאגעריי. געוועהנליך פלעגען זיי זוכען צו פערבינדען דעם טויט פון קעניגע מיט די ערשיינונגען פון קאָמעטען. פלאַמאַריאָן רעכענט אויס אַ צעטעל פון מלכים, וואָס זייער טויט איז צוגעשריבען געוואָרען צו קאָמעטען. אין דעם צעטעל געפינט זיך אויך נאַפּאָלעאָן דער ערשטער. אבערגלויביגע מענשען האָבען פערקניפּעלט זיין טויט מיט דער קאָמעט פון 1821.

מאַנכע אסטראָלאָגען האָבען אָבער געכאַפּט אַ זעהר ביטערען סוף פון די הערשער, וועלכע פלעגען זיי אויסהאַלטען, אום צו דערגעהן די סודות מכח זייער שיקזאַל. אין מיטעל־אַלטער איז שווער געווען צו געפינען ניט נאָר אַ קעניג, זאָנדערן אפילו אַ פירשט אָדער אַ גראַף אָהן אַן אייגענעם אַסטראָלאָג. די פּאַפּסטען, וועלכע רעכענען זיך נאָך עד היום פאַר די שטעלפערטרעטער פון יעזוס קריסטוס אויף דער ערד, האָבען פון דעסטוועגען אויך געהאַט זייערע אַסטראָלאָגען.

פון דעם פראַנצויזישען קעניג לואי דעם עלפטען, וועלכער האָט זיך בעזאָנדערס אויסגעצייכענט מיט זיינע גרויזאַמקייטען און וועל־כער ווערט גערעכענט פאַר דעם יאָהאַן גראָזני (גרויזאַמער) פון פראַנק־רייך, דערצעהלט מען אַזאַ קוריעזע מעשה מיט זיין אַסטראָלאָג. דער דאָזיגער אַסטראָלאָג האָט איינמאָל פאָראויסגעזאָגט, אַז אַ געוויסע אַריסטאָקראַטישע דאַמע, צו וועלכער דער קעניג איז ניט געווען גלייכ־גילטיג, וועט זיך אָפּטראָגען אויף יענער וועלט. ער האָט גראָדע גע־טראָפען, די דאַמע איז טאַקע געשטאָרבען, אָבער דער קעניג איז אַזוי אין כעס געוואָרען, אַז ער האָט בעשלאָסען אויך מיטצושיקען אויף יענער וועלט דעם וואהר־זאָגער. איין אבענד האָט דער קעניג בעפוילען זיינע העפלינגע, דאָס ווען ער וועט זיי נאָר געבען אַ געוויסען סיגנאַל,

זאָלען זיי כאַפּען דעם אַסטראָלאָג, אַריינפּאַקען איהם אין אַ זאַק און אַריינוואַרפען אין דעם טייך סענע.

דאַן האָט ער צוגערופען צו זיך דעם אַסטראָלאָג און זיך געווענדעט צו איהם מיט דיזע ווערטער: „דו, וואָס דו רעכענסט זיך פאַר אַזאַ קונציגען וואהר־זאָגער און ווייסט אַזוי גוט פאָראויס דעם שיקזאַל פון מענשען, זאָג מיר נאָר אויפ'ן שטעל, ווי פיעל צייט בלייבט דיר נאָך צו לעבען?“

דער אַסטראָלאָג האָט גלייך אויפ'ן שטעל קאַלטבלוטיג און גלאַסען געענטפערט: „אייער מאַיעסטעט, די שטערן האָבען מיר אָנגעקינ־דיגט, אַז איך מוז שטאַרבען פּונקט מיט דריי טעג פריהער פאַר אייער מאַיעסטעט“.

וואַהרשיינליך האָט זיך דער געשייטער אַסטראָלאָג בעצייטענס פערזאָרגט מיט אַזאַ שאַרפזיניגען איינפאַל, נאָר יעדענפאַלס האָט שוין דער קעניג זיך געהיט צו געבען דעם בעשטימטען סיגנאַל. נאָך מעהר, דער קעניג האָט נאָכדעם ספּעציעל געזאָרגט, אַז זיין אַסטראָלאָג זאָל וואָס לענגער קענען לעבען.

נאָר ווען די צייט פון רענעסאַנס (אויפלעבונג, השכלה) האָט זיך אָנגעפאַנגען, און די גריכישע פילאָזאָפיע און די וויסענשאַפטען האָבען אַלץ מעהר גענומען אַריינדרינגען אין די מוחות, האָט מען אויך אָנ־געפאַנגען זיך אויסצולאַכען פון די אַסטראָלאָגען און פון די איינגע־בילדעטע שרעקען וועגען קאָמעטען.

אין אָנפאַנג פון 17טען יאָהרהונדערט האָט ג אַ ס ע נ ד י, אַ פראַנצויזישער פילאָזאָף, איינער פון די פרייעסטע קעפּ פון זיין צייט, ערקלערט: „יאָ, די קאָמעטען זיינען טאַקע שרעקליך, אָבער בלויז ד ו ר ך א ו נ ז ע ר ד ו מ ה י י ט. מיר שאַפען אליין שרעקענס־זאַכען, און נאָך ניט גענוג וואָס מיר האָבען אמת'ע צרות, קלייבען מיר אויך צוזאַמען אויסגעטראַכטע“.

אַזעלכע פערנינפטיגע שטימען האָבען זיך געלאָזט אַלץ מעהר הערען מיט דער צייט, וואָס מעהר די וועלט איז אין אַלגעמיין אויפ־געקלעהרטער און קריטישער געוואָרען. אָבער וועגען די ווירקליכע בע־וועגונגען פון קאָמעטען האָט מען נאָך אַלץ גאָר ניט געוואוסט ביז האַלי האָט בעקאַנט געמאַכט דעם רעזולטאַט פון זיינע רעכנונגען.

די ערשיינונג פון האַלי'ס קאָמעט אין 1910 האָט גאָר געפיהרט צו אַן אויפשטאַנד און בלוט־פערגיסונגען אין עגיפּטישען סודאַן אונ־טער ענגלאַנד'ס הערשאַפט. די פאַנאַטישע מוסולמאַנען דאָרטען האָבען פערבונדען איהר ערשיינונג מיט אַ „נבואה", אַז דער אָנקומען פון זייער מאַהדי (אַ מין משיח) וועט אָנגעקינדעט ווערען דורך אַ קאָ־מעט.

קאַפּיטעל 23.

די ערשטע אויסרעכענונגען און וויסענשאַפטליכע נבואות וועגען די קאָמעטען־בעוועגונגען.

דער אויבען־דערמאָנטער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם לאַלאַנד, איי־נער פון די בעריהמטעסטע אין 18טען יאָהרהונדערט, האָט איז זיינער אַ שריפט איבער קאָמעטען אויך בעריהרט די פראַגע, אויב אין געוויסע פעלע קען עס מעגליך זיין, דאָס קאָמעטען זאָלען צוקומען זעהר נאָהענט צו אונזער ערד־קוגעל. דאָס האָט געפיהרט צו גאָר אַ ניי־מאָדנען שרעק וועגען קאָמעטען. אין פאָלק האָט זיך פערשפּרייט אַ מעשה, אַז ער האָט גאָר פאָראויסגעזאָגט אַזאַ קאָמעט, וואָס וועט חרוב מאַכען אונזער ערדישע וועלט. דאָס האָט שוין ארויפגעיאָגט אַ גרויסען שרעק ניט נאָר אויף דעם המון, זאָנדערן אפילו אויף געבילדעטע מענשען. מען האָט גענומען פערשפּרייטען אַלץ מורא'דיגערע קלאַנגען, אַז אַ וועלט־איבעקעהרענדע קאָמעט איז שוין גאַנץ נאָהנט אויף איהר וועג צו פערניכטען אונזער זינדיגע ערד.

די איינשרעקונג דורך אַזעלכע ווילדע פאַנטאַזיעס איז ראַן גע־וואָרען אַזוי גרויס און געפעהרליך, דאָס דער גרויסער אַסטראָנאָם האָט געפונען פאַר נויטיג אַרויסצולאָזען אַן ערקלערונג צום פאָלק וועגען זיינע מיינונגען און אָנזיכטען מכח קאָמעטען. ערשט ווען ער האָט פערזיכערט, אַז עס האַלט נאָך גאַנץ ווייט פון אַזאַ צוזאַמענשטויס פון דער ערד מיט אַ קאָמעט, האָט זיך דער דערשראָקענער עולם בע־רוהיגט.

„מיר וואָלטען לייכט געקענט געפינען עהנליכע ביישפּיעלען אין אונזער יאָהרהונדערט (דער 19טער), שרייבט פלאַמאַריאָן. דער שרעק פאַר קאָמעטען איז אַ מין פּעריאָדישע קראַנקהייט, וועלכע פערשפּרייט זיך יעדעס מאָל, ווען די ערשיינונג פון אַזעלכע הימלישע קערפּערס ווערט פּאָנאַנדערגעפּויקט. אין אונזערע צייטען איז אָבער אויך פאָר־געקומען אַ פאַל פון אַזאַ שרעק, וואָס האָט געשיינט צו זיין, זאָ צו זאָ־גען, וויסענשאַפטליך בעגרינדעט. מיר מיינען דאָ די ערשיינונג פון דער ביעלאַ־קאָמעט אין 1832".

וועהרענד דאַמואַזאָ (אַ פראַנצויזישער מאַטעמאַטיקער) האָט גע־מאַכט רעכנונגען מכח דער צייט, ווען דיזע קאָמעטע דאַרף זיך בעווייזען, האָט ער געפונען, אַז אין דער נאַכט פון 29טען אָקטאָבער 1832 וועט זי מוזען דורכשניידען די אָרביט פון דער ערד. דיעזע מאַטעמאַטישע נבואה, וועלכע איז בעשטעטיגט געוואָרען פון אַנ־דערע וויסענשאַפטליכע אָטאָריטעטען, איז נאַטירליך אויפגעכאַפּט גע־וואָרען פון די צייטונגען און אַזוי בעקאַנט געמאַכט געוואָרען אין אַלע עקען פון אונזער וועלט.

מען קען זיך פאָרשטעלען וואָס פאַר אַ רעש דאָס האָט אָנגע־מאַכט. „אוים ערד! דער סוף פון דער וועלט קומט שוין טאַקע! אונזער ערד־קוגעל וועט צושמעטערט, צופולווערט און פערניכטעט ווערען אין דעם צוזאַמענשטויס מיט אַ קאָמעט!" אַזוי האָט מען געהערט פון אַלע זייטען. וואו מען איז געגאַנגען און געשטאַנען האָט מען אַלץ גערעדט מיט אַנגסט מכח דער קאָמעט, וואָס מאַרשירט צו דערלאַנגען אַ זעהר טרייסלענדען שלום־עליכם אונזער זינדיגער וועל־טעל אויף דער ערד. אפילו די קאַלטבלוטיגסטע און מוטהיגסטע האָ־בען זיך אָנגעפאַנגען צו שרעקען.

עס איז אָבער געבליבען אַ פראַגע, וועלכע די צייטונגען האָבען גאָר ניט געשטעלט און אפילו ניט פאָראויסגעזעהען. דיעזע פראַגע איז נעמליך געווען: אין וועלכען פּונקט פון איהר אָר־ביט וועט זיך די ערד געפינען אין דער נאַכט פון 29טען אָקטאָבער 1832 יאָהר, בשעת די דאָזיגע קאָמעט וועט אַריבערקרייצען דיעזען וועג? די מאַטעמאַטיק האָט לייכט פערענטפערט דיעזע פראַגע. דער בעריהמטער אַסטראָנאָם אַראַגאָ האָט פערעפענטליכט דעם רעזולטאַט פון די רעכנונגען, וועלכע האָבען געצייגט, אַז אין דעם

פונקט, וואו די קאָמעט וועט זיך געפינען אין דער נאַכט פון 29טען אָקטאָבער, וועט די ערד ערשט זיין דעם 30טען נאָוועמבער אין דער פריה, אַלזאָ מעהר ווי א מאָנאַט שפּעטער. פון אַ צוזאַמענשטויס האָט שוין דארום גאָר קיין רעדע ניט געקענט זיין, ווייל אין דער צייט פון אַ מאָנאַט וואַנדערט די ערד מיליאָנען מיילען אויף איהר אָרביט.

אַזוי איז עס טאַקע געווען, ווי אַראַגאָ האָט עס אַנגעזאָגט, און מענשען האָבען זיך נאָך אַמאָל אומזיסט געשראָקען פאַר דעם אונטערגאַנג פון דער וועלט.

„אָבער די געשיכטע פון דער פערגאַנגענהייט, בעמערקט פלאַמאַריאָן פילאָזאָפיש, איז שטענדיג די געשיכטע פון דער געגענוואַרט. אָבוואָהל דער עולם איז שוין אויפגעקלערט געוואָרען, בלייבט דאָך אין דער טיעפנים פון דער געזעלשאַפט אַ גאַנץ היבשער אָבזאַץ פון אונוויסענהייט, וואו די ווילדעסטע אַבערגלויבענס מיט זייערע לעכערליכע און אָפט אויך שרעקליכע רעזולטאַטען געפינען אַ פּאַסענדען אָרט אויסצושפּראָצען און צו וואַקסען. דער אונבערעכענטער שרעק, דער שרעק אָהן שכל, איז איינער פון די רעזולטאַטען פון דיעזער אונוויסענהייט, און ווער ווייס עס ניט, אז דער שרעק איז אַ משוגענער ראַטהגעבער? אַ גרויסע צאָהל פון אונזערע לעזער קענען זיך נאָך דערמאָנען, ווי אַ שווינדלער האָט פערשפּרייט אַ בייקע, דאָס דעם 13טען יוני 1857 וועט זיך ווידער בעווייזען אַ גרויסע קאָמעט, וועלכע וועט זיך צוזאַמענטרעפען מיט דער ערד און אַזוי מאַכען אַ קורצען סוף פון אונזער זינדיגער וועלט. די איינוואָהנער אין די פּראָווינצען און אַפילו אין פּאַריז גופא האָבען דאַן ניט אויפגעהערט צו ריידען מיט שרעק מכח דיעזער קאָמעט".

די פערניכטונג פון דער ערד דורך אַ קאָמעט האָט מען אויך אָנגעזאָגט פּאַראויס פאַר דעם 12טען אויגוסט 1872 יאָהר. מען האָט זיך געשטיצט אויף דער אָטאָריטעט פון אַ געוויסען געלעהרטען, וועלכער האָט גאָר ניט געוואוסט דערפון. אַ גרויסער עולם האָט זיך ווידער געשראָקען. און ווער קען היינט זאָגען מיט זיכערהייט, אַז אין 1985, ווען מען וועט ווידער קענען זעהן די בעריהמטעסטע פון אַלע קאָמעטען, האַליס קאָמעט, מיט נאַקעטע אויגען און ווען די צייטונגען וועלען געוויס פויקען און טרומייטערען וועגען דעם אזוי ווי אין

1910 — ווער קען יעצט בעהויפּטען, אַז עס וועלען זיך גאָר ניט געפינען אַבערגלויביגע מענשען, וואָס וועלען שרעקען זיך אַליין און דעם עולם מיט פאַנטאַזיעס וועגען מגפות, מלחמות און זאָגאַר וועגען דעם סוף פון דער וועלט דורך דיעזע גאַנץ אונשולדיגע קאָמעט, וואָס וואַנדערט אַליין אויף אַ גאַנץ בעשטימטען וועג לויט די זעלבע אייביגע געזעצע, וועלכע בעהערשען די בעוועגונגען פון אונזער ערד און פון אַלע אַנדערע פּלאַנעטען ?

אין פריהלינג פון 1910, ווען דיעזער הימלישער גאַסט האָט זיך וויעדער בעוויזען, ווי מען האָט שוין מיט אַ יאָהר 200 צוריק אויסגע־רעכענט, האָט מען יעדענפאַלס פערשפּרייט ניט ווייניג אַזעלכע נאַ־רישע מעשות, וועלכע האָבען אויך בעשטעטיגט די אויבענגעבראַכטע פילאָזאָפישע בעמערקונג פון דעם גרויסען אַסטראָנאָם און גלענצענ־דען שרייבער פלאַמאַריאָן. יאַ, טראָץ אַלע אונזערע וויסענשאַפטען, חכמות און אויפקלערונגען זיינען נאָך געבליבען גרויסע מאַסען אפילו אין די ציוויליזירטע לענדער, מיליאָנען און מיליאָנען מענשען, וועל־כע זיינען צוזאַמענגעוואַקסען געוואָרען מיט די דומסטע אַבערגלוי־בענס פון די עלטסטע צייטען, וועלכע זיינען גראַדע גענייגט צו גלויבען אין די אונגלויבליכסטע בייקעס, וועלכע לאָזען זיך נאָך פערדרעהען אַ קאָפּ און פערריידען די צייהנער פון וואָהרזאָגערס, טאַ־טערס, וואונדער־היילערס, ספּיריטואַליסטען, אַסטראָלאָגען, טעלעפּאַ־טען און פערשיעדענע אַנדערע שאַרלאַטאַנעס.

נאָר לאָמיר זיך אומקעהרען צו אונזער ענין.

מיט אונגעפעהר 1800 יאָהר צוריק האָט געלעבט אַ פילאָזאָף, וועלכער האָט געהאַט מעהר קלאָרען פערשטאַנד פאַר אַ סך פילאָזאָפען פון אונזער צייט. דאָס איז געוועזען ס ע נ ע ק אַ, דער אונגליק־ליכער לעהרער פון דעם משוגענעם רוימישען טיראַן נ ע ר אָ. ווי וויים מען קען עס יעצט וויסען פון די פערבליבענע שריפטען פון די אַלטע צייטען, איז ער געוועזען דער איינציגער, וואָס האָט געזאָגט, אַז „די קאָמעטען בעוועגען זיך ר ע ג ע ל מ ע ס י ג א י ן ד י פ ו ן ד ע ר נ אַ ט ו ר פ אָ ר ג ע ש ר י ב ע נ ע וועגען". דערמיט איז ער מוטהיג ארויסגעטראָטען ניט נאָר געגען אַלע אַבערגלויבענס און משונה'דיגע איינבילדונגען פון אַלע פעלקער, זאָנדערן אויך געגען די בעהויפּטונגען פון דעם גרעסטען גריכישען פילאָזאָף א ר י ס ט אָ־

ט ע ל, אַז די קאָמעטען ענטשטעהען גאָר דורך אויסדאַמפּפונגען פון דער ערד.

אָבער דער רוימישער פילאָזאָף סענעקאַ, וועלכער האָט מיט זיין קלאָרען פערשטאַנד געזעהען, אַז אויך די קאָמעטען זיינען ניט קאַפּריזנע ערשיינונגען אויפ׳ן הימעל, נאָר מוזען אויך זיין אונטערוואָרפען צו די אייביגע געזעצע פון דער נאַטור, האָט עס גאָר ניט געהאַט די מעגליכקייט צו בעווייזען. ניט נאָר האָט מען אין זיין צייט קיין אהנונג ניט געהאַט פון טעלעסקאָפּען, זאָנדערן מען איז נאָך געווען אין די קינדערשע יאָהרען פון מאַטעמאַטישע רעכנונגען.

דאָס וואָס סענעקאַ האָט געזעהן, זאָ צו זאָגען, בנבואה — דאָס איז וויסענשאַפטליך פעסטגעשטעלט געוואָרען מיט 16 יאָהר הונדערטע שפּעטער. יאָ, די קאָמעטען בעוועגען זיך טאַקע רעגעלמעסיג אין די פון דער נאַטור פאָרגעשריעבענע וועגען. ערשט נאָך די ווירקליך וועלט־איבערקעהרענדע ענטדעקונגען פון נ י ו ט אָ ן און ספּעציעל נאָך די רעכנונגען פון זיין פריינד און מיטאַרבייטער ה אַ ל י האָט מען דאָס געקענט בעווייזען אַזוי קלאָר ווי צוויי מאָל צוויי אין פיער.

דער געניאַלער ניוטאָן, וועלכער האָט ענטדעקט די געזעצע פון גראַוויטאַציאָן (צוציהונגס־קראַפט) און אויך אַ געוויסע מעטהאָדע פון מאַטעמאַטישע רעכנונגען, איז אויך געווען דער ערשטער צו זוכען די וועגען פון די קאָמעטען. די געלעגענהייט דערצו האָט איהם געגעבען די גרויסע קאָמעט וועלכע האָט געגלאַנצט אין 1680 יאָהר.

נאָך די געזעצע פון גראַוויטאַציאָן איז אויסגעקומען, אַז אַזאַ הימלישער קערפּער דאַרף מאַרשירען אין אַ בעשטימטער קייל־עכדיגער ליניע. צוזאַמען מיט זיין פריינד האַלי האָט ער פּרובירט אויסרעכנען מאַטעמאַטיש דעם וועג פון דער קאָמעט פון 1680, און דאָס איז זיי אויסגעצייכענט געלונגען. האַלי האָט זיך דאַן בעזאָנדערס פאַראינטערעסירט אין דיזע געהיימניספאָלע הימלישע וואַנדערער און האָט זיך פערטיעפט אין רעכנונגען וועגען זייערע ערשיינונגען און בעוועגונגען. דורך זיינע רעכנונגען איז ער שליסליך געקומען צו דער איבערצייגונג, אַז די קאָמעט, וואָס ער האָט געקענט בעאָבאַכטען אין 1682 יאָהר, איז לויט איהרע בעוועגונגען אַזוי עהנליך צו די קאָמעטען, וועלכע מען האָט בעטראַכט אין די יאָהרען 1531 און 1607, דאָס עס מוז זיין א י י נ ע ר א ו ן ד ע ר ז ע ל ב ע ר ה י מ ל י ש ע ר

וואנדערער. ער האָט אַזוי געהאַט פאַר זיך אַ פּעריאָדי־שע קאָמעט, וועלכע מען קען זעהען אין דער נאָכבאַרשאַפט פון דער ערד איין מאָל אין אונגעפעהר 75 יאָהר. שטיצענדיג זיך אויף דיעזע ענטדעקונג, האָט ער שוין געקענט פאָראויסזאָגען, אַז אין אונגעפעהר 75 יאָהר אַרום נאָך 1682, דאָס הייסט צו ענדע פון 1758 אָדער אין אָנפאַנג פון 1759, מוז זיך די זעלבע קאָמעט ווידער בעווייזען.

אין די ווייטערע אויסרעכנונגען מכח די נעכסטע ערשיינונג פון דער קאָמעט, וועלכע טראָגט זייט דאַן זיין נאָמען, האָבען איהם גע־האָלפען עטליכע מאַטעמאַטיקער, דאַרונטער אויך אַ פראַנצויזישע פרוי מיט'ן נאָמען האָרטענס לעפּאָט. זיי האָבען בעדאַרפט וואָס גענויער אויסרעכנען די צייט פון דער קאָמעט'ס ערשיינונג. דערביי האָבען זיי בעדאַרפט נעהמען אין אַנבעטראַכט ספּעציעל די ווירקונגען פון דער אַנציהונגס־קראַפט פון די פּלאַנעטען סאַטורן און יופּיטער. די רעכנונגען זיינען געווען זעהר קאָמפּליצירטע, שווערע און מאַרודנע. זעקס מאָנאַט האָט עס געדויערט די אויסרעכענער ביז זיי האָבען בעשטימט, אַז האַלי'ס קאָמעט וועט דערגרייכען איהר פעריהעליע אין מיטען מאָנאַט אַפּריל פון 1759 יאָהר.

דיעזע אויסרעכנער האָבען אפילו ניט געטראָפען אין אַ גאַנצען מאָנאַט. אין דער ווירקליכקייט האָט זיך דאַן האַלי'ס קאָמעט בעוויזען אַם נעהענטסטען צו דער ערד דעם 12טען מערץ 1759; אָבער גע־לעהרטע האָבען שוין ניט געצווייפעלט און ניט געקענט צווייפלען אַפילו איין רגע אין דער ריכטיגקייט פון דעם פאַקט, אַז וועניגסטענס דיעזע קאָמעט מאַכט פּעריאָדישע וואַנדערונ־גען אין פערלויף פון אונגעפעהר 75 יאָהר. אַלע האָבען צו גוט גע־וואוסט, אַז די רעכנונגען זיינען געווען זעהר פערפּלאָנטערטע און שווערע, זאָ דאָס ווען מען וואָלט אַפילו געמאַכט אַ גרעסערען פעה־לער, ווי בלויז אין אַ מאָנאַט צייט, וואָלט מען אויך בעדאַרפט אַנער־קענען, אַז קאָמעטען בעוועגען זיך נאָך אייביגע נאַטורגעזעצע. היינט קען מען שוין לייכטער און גענויער מאַכען אַזעלכע שווערע רעכ־נונגען.

יעדענפאַלס האָט האַלי דערמיט געלייגט דעם פונדאַמענט פון דעם צווייג פון אַסטראָנאָמיע וועגען קאָמעטען.

זייט עס איז אַזוי בעוויזען געוואָרען, אַז עס זיינען דאַ פּע־

ריאַדישע קאָמעטען, דאָס הייסט אַזעלכע, וועלכע ערשיינען פאַר אונזערע אויגען אין בעשטימטע צייטען, וואָס עס מיינט נאַטירליך, אַז זיי וואַנדערן ניט סתם אין דער וועלט אַריין און אַז זיי צייגען זיך ניט, אום אָנצוקינדיגען שרעקליכע צייטען פאַר די מענשען אויף דער ערד, למשל, מלחמות, מגפות, ערדציטערניסען א. ז. וו. ווי מען האָט עס זיך איינגערעדט, נאָר אַז זיי פאָלגען אויך געוויסע נאַטורגעזעצע, וועלכע טרייבען זיי אויף געוויסע וועגען, פונקט ווי אונזער ערד און די אנדערע פּלאַנעטען — זייט דאַן האָט די וויסענשאַפט געמאַכט ריזיגע פאָרשריטע אויך אין דיעזען צווייג פון דער אַסטראָנאָמיע.

דער ערשטער רעזולטאַט פון פערשיעדענע בעאָבאַכטונגען אין אַלע אָבסערוואַטאָריעס פון דער וועלט און פון מאַטעמאַטישע אויסרעכנונגען פון די בעוועגונגען פון קאָמעטען אין וועלט־רוים איז געווען, אַז וועניגסטענס עטליכע פון זיי דרעהען זיך אַרום אונזער זון אַזוי ווי די פּלאַנעטען, נאָר זייערע וועגען ציהען זיך אין פיעל לענגערע עליפּסען פאַר אירגענד וועלכע פון די בעקאַנטע פּלאַנעטען. איינער פון די פּאָקוסען *) פון די עליפּטישע וועגען

*) אין די פריהערע קאַפּיטלעך איז אונז ניט איין מאָל אויסגעקומען צו בעמערקען, אַז די אָרביטען פון אַלע פּלאַנעטען זיינען ניט רעגעלמעסיגע צירקלען, נור עליפּטישע קרייזען. אין שפּעטערע קאַפּיטלעך, בעזאָנדערס וועגען די זון און ערדקוגעל, וועט אונז אויסקומען זיך אָבצושטעלען דערויף. דאָ האַלטען מיר יעדענפאַלס פאַר ניט איבעריג צו ערקלערען אין קורצען, וואָס דאָס איז אַזוינס אַן עליפּס און אַ פּאָקוס. אַן עליפּס איז אַ געשלאָסענע קיילעכדיגע ליניע, נאָר האָט, מעג מען זאָגען, צוויי צענטערס אָנשטאָט דעם איינעם פון אַ געוועהנליכען צירקעל אָדער קרייז. דיעזע צוויי צענטערס הייסען: פּאָקוסען. ווען מען זאָל, למשל, צובינדען אַ שטריקעל צו אַ פלעקעל אויף אַ פלאַכען אָרט און דרעהען די שטריקעל אַרום דעם פלעקעל, וועט מען בעקומען אַ קרייז, ווי אַ קליין קינד וויים עס. ווען אָבער מען זאָל צובינדען די עקען פון אַ שטריקעל צו צוויי אַריינגעשלאָגענע פלעקעלעך און דאַן אויסציהען דיעזע שטריקעל, אַז זי זאָל בילדען אַ דריי־עק מיט דער ליניע צווישען די ביידע אַריינגעשלאָגענע פלעקעלעך, און אין דעם שפּיץ פון דיעזען דרייעק אַריינשטעלען, לאָמיר זאָגען, אַ בליישטיפט, און דערמיט דרעהען אַזוי וווייט ווי די אָנגעצויגענע שטריקעל לאָזט עס אַרויף און אַראָפּ, צו דער רעכטער האַנד און צו דער

פון די פעריאָדישע קאָמעטען איז די זון, פונקט ווי פאַר די פּלאַ־ נעטען. מאַנכע פון די קאָמעטען ערווייטערען זיך אָבער אַזוי פון דער זון, אז זיי קעהרען זיך שוין קיין מאָל ניט אום צוריק.

קאַפּיטעל 24.

די קאָמעטען פון אונזער זונען-סיסטעם.

פון די פּלאַנעטען — און דאָ וועלען מיר נאָך אַמאָל ווידערהאָלען. אַז אונטער דעם וואָרט פּלאַנעט דאַרף מען פערשטעהען אַזאַ מין דונ־ קעלען הימלישען קערפּער ווי אונזער ערד — אונטערשיידען זיך די קאָמעטען ספּעציעל אין פאָלגענדע דריי פּרטים: 1) די קאָמעטען זעהען אויס נעבעלהאַפט און האָבען אָפט לאַנגע עקען; 2) זייערע עליפּטישע אָרביטען זיינען לאַנגע; 3) זיי ציהען זיך אין פערשיע־ דענע ריכטונגען אַרום דער זון.

צוליעב דעם וואָס קאָמעטען וואַנדערען אין גאַנץ אַנדערע ריכ־

לינקער האַנד, וועט מען שוין דערמיט אויסצייכנען ניט אַ קרייז, נור אַן ע ל י פּ ס.

די פּונקטען, וואו די צוויי פלעקלאך זיינען אריינגעשלאָגען, זיינען די פּ אָ ק ו ס ע ן פון דעם עליפּס. עס איז זעלבסטפערשטענדליך, אַז וואָס גרעסער עס וועט זיין די שטרעקע צווישען די צוויי אַריינגעשלאָגענע פלעקלעך, אַלזאָ צווישען די פּאָקוסען, וועט דער עליפּס זיין אַלץ אַ ל ע נ ג־ ל י כ ע ר ע ר. פערקעהרט, וואָס קלענער עס זאָל זיין די שטרעקע צווישען די פּאָקוסען, אַלץ נעהענטער וועט דער עליפּס זיין צו אַ געוועהנליכען קרייז. מען מעג דאַרוּם זאָגען, דאָס אַ קרייז איז אַזאַ עליפּס, וואָס זיינע ביידע פּאָקוסען טרעפען זיך צוזאַמען אין איין פּונקט, נעמליך: אין דעם צענטער פון דעם קרייז. ווען מען זאָל נעהמען אַ רייף און איהם צודריקען, וועט מען בעקומען אַלץ לענגליכערע עליפּסען, וואָס שטאַרקער מען וועט איהם דריקען. שניידט איבער אַ צילינדער (למשל אַ קיילעכדיגען שטעקען) אין ד ע ר ק ר ו ם, וועט איהר דערמיט בילדען ביי די ברעגעס אַן עליפּס. און וואָס קרימער דער שניט וועט זיין, אַלץ לענגליכער וועט זיין דער עליפּס. ווי עליפּסען זעהען אויס, איז שוין געוויזען געוואָרען אויף אייניגע פון די פאָריגע צייכנונגען (למשל צייכנונג 17) און עס וועט געוויזען ווערען אויף אייניגע צייכנונגען אין די נעכסטע קאַפּיטלעך.

טונגען, ווי אַלע פּלאַנעטען פון דער זונען־סיסטעם, נעהמט מען אַן. אַז זיי האָבען אויך אַן אַנדערשפּרונג ווי די פּלאַנעטען. מען רעכענט, אַז דאָס זיינען אַזעלכע הימלישע קערפּערס, וועלכע טראָגען זיך אַרום אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים און ווערען נאָר דאַן אַ טהייל פון אונזער זונען־סיסטעם, ווען זיי קומען אַזוי נאָהענט אין דער נאָכבאַרשאַפט פון דער זון, אַז זי האַקט זיי איבער זייער פריהערען וועג דורך איהר צוציהונגס־קראַפט און פערקירעוועט זיי אַן אַ זייט.

אַ קאָמעט בעשטעהט געוועהנליך פון אַ מעהר אָדער **ווענינגער** גלענצענדען פּונקט, וואָס איז אַרומגערינגעלט מיט אַ שיטערע נעבעלהאַפטע מאַסע — מיר וועלען עס ווייטער רופען מיט'ן אַסטראָנאָמישען נאָמען „נעבולאָזיטעט“ — וועלכע צושפּרייט זיך אין אַ געוויסער ריכטונג אַלס אַ שיינענדע נאָכשלעפּענעס. דער גלענצענדער פּונקט הייסט דער קערנדעל פון דער קאָמעט; די נעבולאָזיטעט אַרום דיזען פּונקט הייסט די האָאר, און די שיינענדע נאָכשלעפּענעס טראָגט דעם געוועהנליכען נאָמען עק. דעם קערנדעל מיט די האָאר אַרום רופט מען אויך: קאָפּ פון קאָמעט.

עס זיינען אָבער דאָ קאָמעטען וואָס האָבען ניט דיזע אַלע פּאָרמען צוזאַמען. מאַנכע ווערען בעגלייטעט פון פיעלע עקען. אַנדערע ווידער האָבען אַ קאָפּ אָהן אַן עק. עס וואַנדערן אויך אַרום אַזעלכע וואָס האָבען גאָר קיין האָאר ניט, זאָ דאָס עס דוכט זיך, אַז זיי זיינען פּלאַנעטען. עס האָט שוין דאַרום אויך געטראָפען, אַז מען האָט צוזאַמענגעמישט קאָמעטען מיט פּלאַנעטען. **פון דעם קאַפּיטעל איבער** דער פּלאַנעט אוראַנוס ווייסען מיר, למשל, אַז איהר ענטדעקער, וויליאַם הערשעל, האָט אָנגענומען אַז דאָס איז גאָר אַ קאָמעט. מען האָט אויך געזעהען אַזעלכע קאָמעטען, וואָס האָבען גאָר קיין גלענצענדען פּונקט ניט און וואָס בעשטעהען פון נעבולאָזיטעט. אין 1744 האָט מען בעאָבאַכטעט אַ קאָמעט מיט זעקס עקען, פון וועלכע יעדער איז געוועזען אונגעהייער לאַנג.

אַ קאָמעט קען מען בעטראַכטען נאָר אין פערלויף פון אַ קורצער צייט. מען בעטראַכט איהר צוערשט אין אַזאַ טהייל פון הימעל, וואו מען האָט זאָ עטוואָס גאָר ניט געזעהען אין די פאָריגע טעג. די נעכסטע טעג קען מען איהר ווידער זעהען, אָבער עס וואַרפט זיך אין

די אויגען, אז זי האט אין דיעזער קורצער צייט זעהר ווייט געענדערט איהר פאזיציע צווישען די פיקסע שטערן אויפ'ן הימעל. מען קען איהר אזוי נאכפאלגען א געוויסע צאהל טעג, אפט זאגאר עטליכע מאנאט, אבער נאכדעם פערלירט מען איהר אין גאנצען. אפט הערט מען איהר אויף צו זעהען נאר דעריבער, ווייל זי דערנעהענטערט זיך אזוי צו דער זון, דאס דער שיין פון די זונען־שטראהלען בעהאלט איהר אין גאנצען פון אונזערע בליקען. א קורצע צייט נאך אזא פערשווינדונג דערזעהט מען איהר ווידער, נאר שוין צו דער א נ ד ע ר ז י י ט פון דער זון, און א קורצע צייט נאך דיעזען פערקירעווען־זיך ארום דער זון פערשווינדעט זי טאקע אין גאנצען. מאנכע קאמעטען האט מען געקענט זעהען אפילו אין מיטען טאג, און גאנץ נאהענט פון דער זון, ווי למשל די קאמעט דעם 17טען סעפטעמבער 1882 יאהר.

דורך גענויע בעאבאכטונגען און אויסמעסטונגען פון די בעוועגונגען פון קאמעטען האבען גרויסע מאטעמאטיקער און אסטראנאמען אויסגערעכענט זייערע ארביטען אזוי ווי די ארביטען פון פלאנעטען. אום צו מאכען אזעלכע רעכנונגען, מוז מען קענען די העכערע מאטעמאטיק. אבער יעדער איינער מוז צוגעבען זייער ריכטיגקייט, ווייל זיי שטימען מיט דער ווירקליכקייט. מיר מעגען גאר קיין ידיעה ניט האבען, ווי אזוי אסטראנאמען זאגען פאראויס א ליקוי חמה, א ליקוי לבנה, די בעוועגונגען פון פלאנעטען און קאמעטען אין געוויסע פעריאדען, א. ז. וו. אבער מיר קענען דאך ניט צווייפלען אין זייערע אויספיהרונגען, ווען מיר זעהען אז זייערע נבואות, ווי וואונדערבאר דאס זאל אונז ניט שיינען, ווערען פ י נ ק ט ל י ך מ ק ו י ם. וויסענשאפטס־מענער זאגען דאך גאר ניט צו אונז: „גלויבט אונז אויפ'ן ווארט“. זיי ווייזען אונז בלויז אן אויף זייערע ביכער און רעכנונגען און זאגען אונז: „אויב איהר ווילט אונזערע אויספיהרונגען ניט גלויבען, אויב איהר צווייפעלט אין אונזערע פאראויסזאגונגען, זייט מוחל און שטודירט אליין אונזער וויסענשאפט, וועט איהר זיין אזעלכע חכמים און נביאים ווי מיר“. עס איז זיכער ניט די שולד פון די אסטראנאמען, פיזיקער, מאטעמאטיקער, וואס מען מוז א סך צייט אבגעבען צו שטודירען די נאטור־וויסענשאפטען און וואס מען דארף אויך האבען א גוטען קאפ און ספעציעלע פעהיגקייטען פיר אסטראנאמישע שטודיען און פארשונגען.

נאָר עס בלייבט אַ סך צו לערנען פון דעם, וואָס מען קען פֿערשטעהן פֿון די בעשרייבונגען פון נאַטור־פֿאָרשער אָדער וואָס מען קען זעהן דורך טעלעסקאָפּען און אַפּילו מיט נאַקעטע אויגען. אַט דאָס לערנען מיר טאַקע אין דיזע קאַפּיטלעך.

מיר ווייסען, אַלזאָ, אַז קאָמעטען טראָגען זיך אַרום אין פֿערשיע־דענע ריכטונגען און האָבען אויך פֿערשיעדענע געשטאַלטען. דאָס איז נאָך אָבער גאַנץ ווייניג.

זייט מען איז בעוואָפֿענט געוואָרען מיט קינסטליכע ווייט־זעהענדע אויגען, מיט טעלעסקאָפּען, האָבען אַסטראָנאָמען שוין בעטראַכט און געפּאָרשט כמעט אַ ט ו י ז ע נ ד פֿערשיעדענע קאָמעטען. זיינען דיזע אָבער אַלע קאָמעטען, וואָס וואַנדערען אַרום אין דער וועלט־רוים? מעגען מיר זיך פֿרעגען. ניין, איז די ענטשיעדענע אַנטוואָרט פֿון דער וויסענשאַפֿט.

ווי פֿיעל קאָמעטען געפֿינען זיך טאַקע אויפֿ'ן הימעל? „ווי פֿיעל פֿיש אין ים“, אין שוין געוועזען קעפּלער'ס אַנטוואָרט אין 17טען יאָהר־הונדערט, ווען גאַלילעאָ האָט ערשט געמאַכט דעם אָנפאַנג צו וואַרפֿען אויפֿ'ן הימעל טעלעסקאָפּישע בליקען. היינט מעג מען שוין זאָגאָר ענטפֿערען, אַז די צאָהל פֿון קאָמעטען איז ווי זאַמד אין ים.

אין די 300 יאָהר, וואָס מען האָט בעאָבאַכטעט הימלישע קערפּערס מיט טעלעסקאָפּען, האָבען אַסטראָנאָמען אויסגעפֿונען 820 נייע קאָ־מעטען. יעדעס יאָהר דערזעהט מען נייע. עס פֿערשטעהט זיך, אַז אַפּילו דורך די בעסטע טעלעסקאָפּען קען מען בעמערקען אַ קאָמעט נור דאַן, ווען איהר שיין קען דערגרייכען צו אונז. אין זומער־טעג קען מען גאָר ניט דערשפּירען מיט אירגענד וועלכע טעלעסקאָפּען דעם בלאַסען שיין פֿון אַ קאָמעט. אין בעוואָלקענטע נעכט קען מען דאָך איבערהויפּט ניט מאַכען אַסטראָנאָמישע בעאָבאַכטונגען. אויסער דעם פֿאָרשט מען דאָך ניט שטענדיג אַלע פּונקטען פֿון הימעל.

„מיר וועלען דאַרום געוויס ניט איבערטרייבען“ — בעמערקט פֿלאַמאַריאָן, — „ווען מיר וועלען זאָגען, אַז אין דער נאָכבאַרשאַפֿט פֿון אונזער ערד־קוגעל האָבען זיך בעוויזען אין פֿערלויף פֿון די לעצטע 2000 יאָהר אַן ערך פֿון צ וו א נ צ י ג ט ו י ז ע נ ד קאָמעטען. אָבער דאָס איז נאָך ניט אַלעס. אונזערע רעכנונגען בעציהען זיך נור אויף אַזעלכע קאָמעטען, וועלכע געפֿינען זיך אין אַזאַ פּאָזיציע,

אַז מיר זאָלען זיי קענען זעהן. אויב זיי זיינען גלייכמעסיג פערשפּרייט אין דעם רוים צווישען אַלע פּלאַנעטען פון דער זונען־סיסטעם, איז ניט שווער אויסצורעכענען, אַז זייער צאָהל דערגרייכט ביז צוואַנציג מיליאָן. עס איז אָבער וואַהרשיינליך, אַז אין דעם רוים צווישען די אָרביטען פון די פּלאַנעטען מערקור, ווענוס, די ערד און מאַרס גע־פינען זיך מעהר קאָמעטען, ווייל די זון ציהט זיי צו מעהר צו זיך אין דיזע נעהענטערע קרייזען אַרום איהר, ווי אין דעם רוים צווישען די ווייטערע פּלאַנעטען".

נור ווי גרויס עס זאָל ניט זיין די צאָהל פון קאָמעטען, ווייס מען פאַרלויפיג בלויז פון אַ פּאָר צעהנדליגע אַזעלכע, וועלכע בעווייזען זיך אין בעשטימט־אויסגערעכענטע פּעריאָדען. די מייסטע פון אַזעלכע מאַכען זייער רייזע אַרום דער זון אין אַ משך פון 3 ביז 7 יאָהר. זיי טראָגען אַלע די נעמען פון זייערע ענטדעקער. די קאָמעט, וואָס דער אַסטראָנאָם ענקע האָט ענטדעקט אין 1819, איז אַפּנים די נע־הענטסטע צו דער זון אָדער די שנעלסטע אין איהר בעוועגונג. זי וואַנדערט אויף איהר אָרביט אַרום דער זון אין אוינגעפעהר 3 און אַ דריטעל יאָהר. ווי שנעל זי ענדערט זיך אויך אין איהרע געשטאַלטען, איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 43. דעם לענגסטען וועג מאַכט אַפּנים דורך האַלי’ס קאָמעט. איהר אָרביט שטייגט אַריבער ווייט־ווייט נעפּטון’ס אָרביט, ווי אויף דער צייכנונג 44.

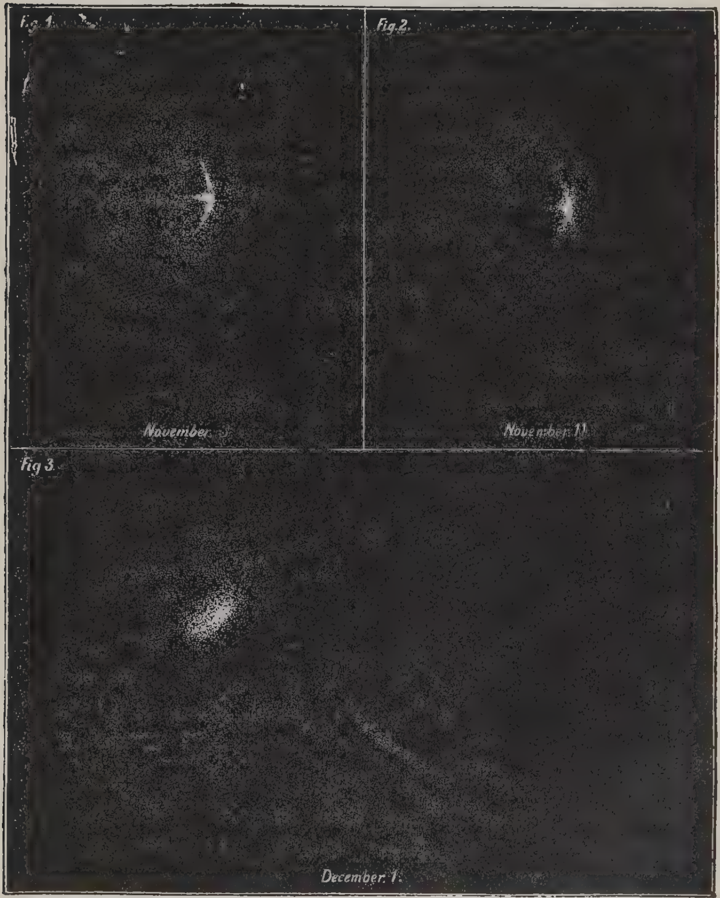
ווען מען עקזאַמינירט די צייטען און די וועגען און די בעוועגונגען פון די יעניגע קאָמעטען, וואָס זייערע פּעריאָדישע ערשיינונגען זיינען שוין פיעלע מאָל בעאָבאַכטעט און אויסגערעכענט געוואָרען, געפינט מען, אַז מען קען זיי צוטהיילען אין דריי גרופּען.

צו דער ערשטער גרופּע געהערען אַזעלכע, וואָס זייער ווייטעסטער פּונקט פון דער זון (ווי מיר ווייסען עס שוין פון די פאַריגע קאַפּיטלעך, רופט מען אין דער אַסטראָנאָמיע אַזאַ פּונקט אַפעליאָן) איז אונגעפעהר פון 4 ביז 6 מאָל אַזוי לאַנג ווי די דורכשניטליכע ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון.

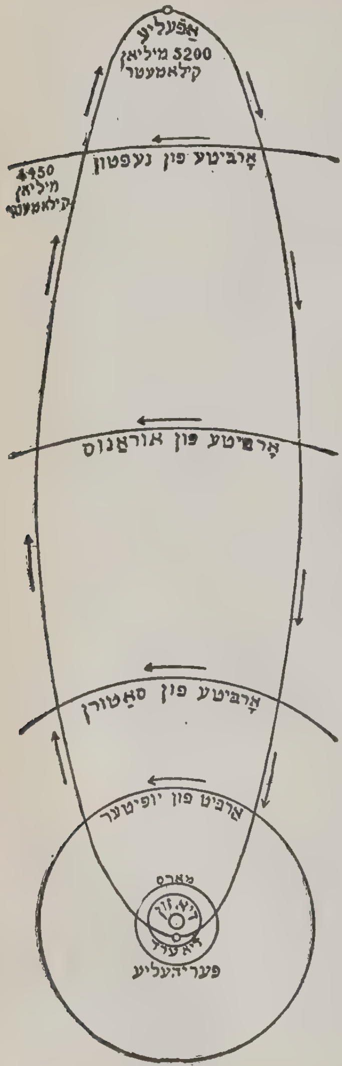
צו דער צווייטער גרופּע געהערען אַזעלכע, וואָס זייער אַפעליאָן איז אונגעפעהר 10 מאָל אַזוי לאַנג ווי די דורכשניטליכע ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון.

צו דער דריטער גרופּע געהערען אַזעלכע, וואָס זייער אַפעליאָן

איז אונגעפעהר פון 29 ביז 30 מאָל אזוי לאַנג, ווי די דורכשניטליכע ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון.



ציוכנונג 43.—די געשטאַלטען פון ענקע'ס קאָמעט אין נאָוועמבער און דעצעמבער 1871.



אזא גרופירונג קען ניט זיין א צופעליגע. אין די בעוועגונגען פון הימלישע קערפערס זיינען צופעלע איבערהויפט ניט מעגליך. זיי פאל־גען און מוזען פאלגען געוויסע איי־ביגע נאטור־געזעצע. עס מוזען אלזא, אויך זיין אורזאכען, ווארום איינינגע פון די פעריאדישע קאמע־טען דערוווייטערען זיך פון דער זון מעהר פאר די אנדערע, ווארום האלי׳ס קאמעט, למשל, ווענדערט אוועק פון דער זון אונגעפעהר 9 מאל אזוי ווייט ווי ענקע׳ס קאמעט.

וועלכע אורזאכען קענען עס אבער זיין? אום זיי אויסצוגעפינען, האבען אסטראנאמען אנגעצייגט, אז די פערשיעדענע ווייטקייטען פון די 3 גרופען פון די אויסגעפארשטע פעריאדישע קאמעטען פאלען צו־זאמען מיט די ווייטקייטען פון די גרעסערע פלאנעטען פון אונזער זונען־סיסטעם. אט די אר־ביט פון יופיטער איז מיט 4.9 ביז 5.5 מאל ווייטער פון דער זון פאר דער ארביט פון דער ערד. די ארביט פון סאטורן איז מיט 9 ביז 10.1 מאל ווייטער פון דער זון פאר דער ארביט פון דער ערד. די ארביט פון נעפטון איז מיט 29.8 ביז 30.3 ווייטער פון דער זון פאר דער ארביט פון דער ערד.

זאל דא דער לעזער בעטראכ־טען די צייכנונג 44.

ציינ. 44.—ווי האלי׳ס קאמעט קרייצט איבער די ארביטען פון די פלאנעטען.

דער לענגליכער עליפּס שטעלט פאַר די אָרביט פון האַלי׳ס קאָ־מעט אַרום דער זון אין פערלויף פון אונגעפעהר 75 יאָהר. די קרומע ליניעס וואָס שניידען איבער דיזען עליפּס שטעלען פאָר טהיילען פון די עליפּטישע אָרביטען פון די 4 פּלאַנעטען: יופּיטער, סאַ־טורן, אוראַנוס און נעפּטון אין דער אָרדנונג פון זייערע ווייטקייט פון דער זון, וועלכע איז דער אַלגעמיינער פּאַ־קוס פון דיזע און פון אַלע אַנדערע פּלאַנעטען און קאָמעטען, ווי מיר ווייסען עס שוין. די צוויי קלענערע עליפּסען, אויף דער זעלבער צייכנונג 44 (פון ערשטען בילק דוכט זיך, אז דאָס זיינען צירקלען), אַרום דער זון שטעלען פאַר די אָרביטען פון אונזער ערד און פון מאַרס. מיר האָבען אויף דיזער איינפאכער צייכנונג אַ בילד פון דעם גרעסטען טהייל פון אונזער זונען־סיסטעם, ווי וויית די וויסענשאַפטליכע אַסט־ראָנאָמיע האָט עס בעשטימט.

די ווייזערס צייגען אָן די ריכטונג פון די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען און פון האַלי׳ס קאָמעט אַרום דער זון. די קייקעלע אויף דעם עליפּס פון האַלי׳ס קאָמעט אונטען בעצייכענט איהר נע־הענטסטען פּונקט צו דער זון אָדער פעריהעליע. די קייקעלע אויבען, פּונקט געגענאיבער דער קייקעלע אונטען, איז איהר ווייט־טעסטער פּונקט אָדער אַפּעליע אין איהר לאַנג־צייטיגער בעוועגונג אַרום דער זון.

נון, די אָרביטען פון יופּיטער, סאַטורן, אוראַנוס און נעפּטון האָ־בען אַ געוויסע שייכות מיט די דריי גרופּען פון די פּעריאָדישע קאָ־מעטען, ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען אין דעם נעקסטען קאַפּיטעל.

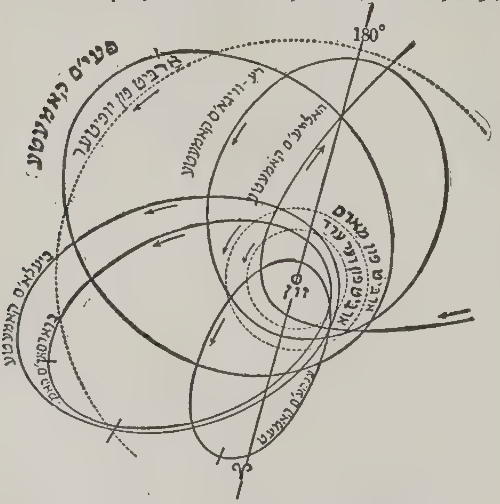
קאַפּיטעל 25.

פּעריאָדישע און אַנדערע קאָמעטען.

פאַר וואָס אָבער זאָלען מאַנכע קאָמעטען מאַכען זייערע פּעריאָ־דישע רייזען אַרום דער זון אין איין זייט (אין דער צייט פון זייער פעריהעליע) און אַרום דעם יופּיטער אין דער אַנדער זייט (אין דער צייט פון זייער אַפּעליע)? און פאַר וואָס זאָלען אַנדערע קאָמעטען מאַכען זייערע פּעריאָדישע רייזען אַרום דער זון אין דער צייט פון

זייער פּעריהעליע און אַרום סאַטורן, אוראַנוס אָדער נעפּטון, ווען זיי דערגרייכען זייערע ווייטעסטע פּונקטען (אין צייט פון זייערע אַפעליעס)?

אום צו פערשטעהן די אַנטוואָרט וואָס אַסטראָנאָמען גיבען אויף דיזע גאָר ניט לייכטע פראַגען, לאָמיר בעטראַכטען די צייכנונג 45, אויף וועלכער עס זיינען פאַרגעשטעלט די אָרביטען פון עטליכע פּעריאָדישע קאָמעטען. מיר זעהען, אַז ענקע׳ס קאָמעט האָט די קלענסטע אָרביט. מיר זעהען אויך, אַז זייערע פּאָזיציעס אַרום דער זון אַלס זייער אַלגעמיינער פּאָקוס זיינען אין פערשיעדענע ריכטונגען אין דעם וועלט־רוים. מיר זעהען ווייטער, אַז די אַפעליעס פון עטליכע פון זיי זיינען אין דער נאַכבאַרשאַפט פון יופּיטער׳ס אָרביט, וועלכע איז פערצייכענט מיט פּינטעלאַך.



צייכנונג 45.—אָרביטען פון איניגע פּעריאָדישע קאָמעטען, וואָס זייערע ווייטעסטע פּונקטען פון דער זון זיינען אין דער נאַכבאַרשאַפט פון יופּיטער׳ס אָרביט.

וואָס זאָלען מיר שליסען פון אַזאַ נאַכבאַרשאַפט? גאַנץ איינפאַך, אַז דיזע קאָמעטען זיינען, זאָ צו זאָגען, געפאַנגענע געוואָרען אויף זייער וועג. די פּלאַנעט יופּיטער איז, ווי מיר ווייסען עס שוין,

די גרעסטע אין אונזער זונען־סיסטעם. איהר וואָליום איז דאָך 1279 מאָל גרעסער פאַר אונזער ערד. אַלס אזאַ גרויסער הימלישער קערפּער מוז זי דאָך אויך בעזיצען אַ גרויסע צוציהונגס קראַפט. מען מוז, אַלזאָ, אָננעהמען, אַז דיזע ריזיגע פּלאַנעט האָט פערשלעפּט די יעניגע פון די קאָמעטען, וועלכע זיינען אויף זייער וועג אין דעם וועלט־רוים צוגע־קומען אַזוי נאָהענט צו איהר, אַז איהר צוציהנגס־קראַפט האָט גע־קענט ווירקען אויף זיי און איינצאַמען זיי אין געוויסע גרענעצען.

צו אַזאַ שלום זיינען טאַקע געקומען די געלעהרטע אַסטראָנאָמען נאָך פיעלע בעאָבאַכטונגען און רעכנונגען. אין דער אַסטראָנאָמישער וויסענשאַפט איז אָנגענומען, אַז אַלע קאָמעטען, וואָס בעווייזען זיך פּעריאָדיש, זיינען פ ע ר ה אַ ל ט ע ן ג ע ו ו אָ ר ע ן אין זייערע וואנדערונגען דורך די פּלאַנעטען, צו וועלכע זיי זיינען צוגעקומען אויף אַ געוויסע ווייטקייט.

די השערה פון אַסטראָנאָמען וועגען קאָמעטען איז נעמליך, אַז דאָס זיינען מאַסען פון גאַז, ווי מיר ווילען עס שפּעטער ערקלערען, און אַז דיזע מאַסען טראָגען זיך אַרום אין דעם וועלט־רוים אין פערשיעדענע ריכטונגען מיט געוויסע זעהר גרויסע שנעלקייטען. די השערה איז ווייטער, אַז דיזע קאָמעט־מאַסען וואָלטען זיך אַזוי א י י ב י ג גע־טראָגען אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים, אַלץ אין דער זעלבער אור־שפּרונגליכער ריכטונג, ווען עס וואָלט גאָר קיין מאָל ניט געטראָפען, אַז זיי זאָלען פאַרבייפליהען אַ זון אָדער אַ פּלאַנעט. אַזוי ווי אין דעם וועלט־רוים געפינען זיך מיליאָרדען שטערן, וועלכע זיינען שיינענדיגע ריזיגע הימלישע קערפּערס ווי אונזער זון, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פריהערע קאַפּיטלען, פערשטעהט עס זיך דאָך, אַז עס מוז אַמאָל קומען די צייט, ווען אַ קאָמעט זאָל אָנטרעפען אויפ'ן וועג אַ שטערן אָדער אַן אַנדער הימלישען קערפּער. עס פערשטעהט זיך אויך, אַז אַזאַ פאַל האָט געקענט פּאַסירען צווישען אַ קאָמעט און אונזער זון זייט ווער ווייסט ווי פיעל מיליאָנען יאָהרען זיי וואַנדערען אין דעם וועלט־רוים.

און אויב דאָס האָט איינמאָל פּאַסירט, דאַן האָט שוין די קאָמעט געמוזט ענדערען איהר פריהערדיגען וועג, אָננעהמען אַן אַ נ ד ע ר ו ו ע נ ד ו נ ג, ווייל די צוציהנגס־קראַפט פון דער זון מוז דאָך אויף איהר ווירקען. אין דער צייט ווען די קאָמעט וועט זיך טראָגען אויף

איהר אַלטען וועג מיט איהר אונגעהייערער שנעלקייט, וועט די זון איהר אלץ ציהען צו זיך און אַזוי פּערקירעווען איהר וועג.

עס מוז דערביי פּאַרקומען אונגעפעהר דאָס זעלבע, וואָס מען קען זעהן, ווען צוויי מענשען זאָלען שלעפּען אַ משא, לאָמיר זאָגען אַ שווערען שטיין, ארומגעבונדען מיט אַ שטריק, אין צוויי ריכטונגען. די משא וועט זיך דאַן ציהען ניט ווי ווען ביידע מענשען זאָלען איהר שלעפּען אין איין ריכטונג, נאָר אויף אַ וועג, וואָס וועט ליגען צווישען ביידען'ס ריכטונגען, דאָס הייסט צווישען דעם ווינקעל פון ביידע אַנגעצויגענע עקען שטריק (אין מעכאַניקע רופט מען עס „פּאַראַלעלאָגראַם פון קרעפטע"). און ווען צוויי מענשען זאָלען שלעפּען די משא אין אַנטקעגענגעזעצטע ריכטונגען מיט אַ גלייכער קראַפט, וועט זיך די משא גאָר ניט ריהרען פון אָרט. דאָס איז זעלבסטפערשטענדליך.

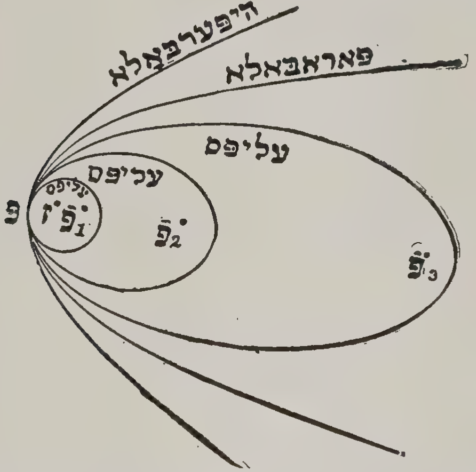
אַלזאָ, ווען אַ קאָמעט טראָגט זיך מיט איהר קראַפט, וועלכע קען געמאָסטען ווערען דורך די שנעלקייט פון איהר בעוועגונג, אין איין ריכטונג, און די זון שלעפּט איהר צו זיך מיט איהר צוציהונגס־קראַפט אין אַן אַנדער ריכטונג, מוז דיזע קאָמעט זיך שוין בעוועגען אויף אַ וועג צווישען די ריכטונגען פון דיזע צוויי קרעפטע.

וואָס פאר אַ וועג וועט אָבער אַ קאָמעט אָננעהמען אין אַזאַ פאַל, ווען זי וועט קומען אין איהרע בעוועגונגען נאָהענט צו דער זון אָדער צו אירגענד וועלכען גרויסען הימלישען קערפּער? [1]

ווער עס האָט געלערענט פיזיקע און מעכאַניקע, דער ווייס, אַז די קאָמעט וועט זיך מוזען דאַן פּערקירעווען אויף בעשטימטע וועגען, נעמליך: אויף איינע פון די דריי קרומע ליניעס, וואָס טראָגען אין געאָמעטריע די נעמען עליפּס, פּאַראַבאָלאַ און היפּערבאָלאַ.

ווי אַזוי דיזע קרומע ליניעס זעהען אויס, ציינט די צייכנונג 46. אין מאַטעמאַטישע איינצעלהייטען וועגען דיזע קרומע ליניעס קענען מיר זיך דאָ ניט אַריינלאָזען. מיר וועלען נאָר בעמערקען, אַז די צוויי אָפענע קרומע ליניעס, נעמליך: פּאַראַבאָלאַ און היפּערבאָלאַ, האָבען אַ גרויסען מאַטעמאַטישען שייכות מיט די צוויי געשלאָסענע קרומע ליניעס, נעמליך: קרייזען און עליפּסען.

דיזע פיער בעשטימטע סארטען קרומע ליניעס בעקומט מען, ווען מען שניידט איבער א ק א נ ו ס (א פיגור אונגעפעהר ווי א קאפ צוקער) אין 4 ב ע ש ט י מ ט ע ר י כ ט ו נ ג ע ן. יעדע פון דיזע קרומע ליניעס האט בעשטימטע געאמעטרישע געזעצע, און אזוי ווי אלע בעקאנטע פלאנעטען און קאמעטען בעוועגען זיך אין ארבי־טען, וועלכע בילדען עליפסען, פאראבאלאס און היפערבאלאס, (דאס הענגט אב פון ד י ש נ ע ל ק י י ט ע ן פון זייערע בעוועגונגען), קען מען שוין אויף דעם גרונד מאכען בעשטימטע אסטראנאמישע אויסרעכנונגען.



ציינכונג 46.—5 קרומע ליניעס מיט א געמיינשאפטליכען פאקוס אין דער זון (בעצייכענט מיט בוכשטאב „ז") און מיט איין פעריהעליע (בעצייכענט מיט'ן בוכשטאב „פ" לינקס).

ווען אסטראנאמען געפינען אויס נאך גענויע בעאבאכטונגען, דאס אין א געוויסער צייט האט א געוויסער הימלישער קערפער דורכגע־וואנדערט א געוויסע קרומע שטרעקע אויף דעם הימלישען געוועלב, זיינען זיי שוין אין שטאנד צו בעשטימען, וואס פאר א ס א ר ט ק ר ו מ ע ל י נ י ע, אן עליפס, א פאראבאלא אדער א היפערבאלא ער מאכט דורך אין זיינע בעוועגונגען. דאס איז גאר ניט אזוי שווער

אויסצורעכענען, ווי מען קען עס מיינען. מען דארף נאר דערצו שטו־דירען די העכערע מאטעמאטיק.

נאר לאמיר זיך האלטען נעהענטער צו אונזער ענין. ווען מען פאלגט נאך די בעוועגונגען פון קאמעטען אויף דעם הימלישען גע־וועלב, ווי אסטראנאמען טהוען עס, זעהט מען, אז זיי פ ע ר ק י ר ע־ו ו ע ן ז י ך ט א ק ע א ר ו ם ד ע ר ז ו ן לויט נאך איינער פון דיזע דריי סארטען קרומע ליניעס. דאס איז א פ א ק ט, און קיין השערה. די וויסענשאפט ערקלעהרט בלויז די אלגעמיינע מ ע־כ א נ י ש ע ג ע ז ע צ ע פון דער נאטור. די ארביטען פון פלאנעטען און קאמעטען ארום דער זון אלס זייער אלגמיינעם פאקוס ענטשטעהען, ווי שוין געזאגט, דורך די ווירקונגען פון געוויסע בעוועגונגען אין פער־שיערענע ריכטונגען.

דער געוועהנליכער וועג פון א קאמעט ארום דער זון איז א פ א־ר א ב א ל א. אזוי צייגען די בעאבאכטונגען פון אסטראנאמען און אויך די רעכנונגען פון מאטעמאטיקער. א פאראבאלא איז אבער ווי מיר קענען עס זעהען אויף דער צייכנונג 46, אן א פ ע נ ע קרומע ליניע. דאס איז אונגעפעהר ווי די קרומע פיגור, וואס מען קען מאכען, ווען מען זאל בויגען א שטעקעלע אדער א צווייגעל, האלטענדיג זייערע עקען איןביידע הענד. שטעלט זיך פאר, אז די עקען פון דעם גע־בויגענעם שטעקעל זיינען אונענדליך ווייט. ביידע עקען וועלען דאן ווערען אלץ מעהר פ א ר א ל ע ל און וועלען זיך שוין קיינמאל ניט צוזאמענטרעפען. די פיגור וועט אלזא אימער בלייבען אן א פ ע־נ ע פ ו ן א י י ן ז י י ט.

נון, ווען א הימלישער קערפער זאל וואנדערען אין אזא פאראבא־לישער ליניע, איז דאך קלאר, אז ער ו ו ע ט ש ו י ן ק י י ן מ א ל נ י ט ק ו מ ע ן א ו י ף ד ע ם ז ע ל ב ע ן א ר ט. בעטראכט נאך אמאל די צייכנונג 46. שטעלט זיך פאר, אז אויף יעדער פון די אנגעצייכענטע קרומע ליניעס בעוועגט זיך א הימלישער קערפער. די זון איז זייער אלגעמיינער פאקוס. דער נעהענטסטער פונקט צו דער זון אין זייערע בעוועגונגען ארום איהר איז זייער א ל ג ע מ י י נ ע פ ע ר י ה ע ל י ע. אין דיזען פונקט וואלטען דיזע אלע הימלישע קערפערס זיך צוזאמענגעטראפען, ווען זיי זאלען אהין אנקומען צו ג ל י י כ ע ר צ י י ט. אבער זייערע ו ו י י ט ע ס ט ע פ ו נ ק ט ע ן

אָדער אַפּעליעס זיינען אויף פערשיעדענע ווייטקייטען. די קערפּערס, וואָס בעוועגען זיך אין עליפּטישע אָרביטען, וועלען האָבען אַפּעליעס, לויט דער שטרעקע צווישען זייערע פאָקוסען. וואָס לענגער דיזע שטרעקע, אַלץ לענגער וועלען אויך זיין די עליפּסען; און פערקעהרט, וואָס קירצער דיזע שטרעקע, אַלץ נעהענטער וועט דער עליפּס זיין צו אַ רעגעלען צירקעל. אָבער שליסליך וועלען זיי זיך אַלע צוריקקעהרען צו זייער פּעריהעליע, ווייל זייער וועג איז דאָך אַ געשלאָסענער. דאָס פּאַסירט טאַקע מיט אַלע פּלאַנעטען און מיט אַלע פּעריאָדישע קאָמעטען, ווייל זיי בעוועגען זיך אַרום דער זון אין עליפּטישע אָרביטען.

אָבער אַזעלכע הימלישע קערפּערס, וואָס בעוועגען זיך אין פּאַראַבאָלישע אָדער היפּערבאָלישע אָרביטען, האָבען שוין גאָר קיינע אַפּעליעס ניט. די קאָמעט וואָס וועט זיך טראָגען אויף אַ פּאַראַבאָלישער אָרביט, וועט זיך פערקירעווען אַרום דער זון און וועט אויך צוקומען צו איהר פּעריהעליע. אָבער נאָכהער וועט זיך זיך אַלץ מעהר דערווייטערען פון דער זון ביז אין דער אונענדליכקייט אַריין. אַזאַ קאָמעט קען מען נאָר זעהן איין מאָל פון אונזער ערד, נעמליך דאַן, ווען זי בעווייזט זיך אויף דעם הימלישען געוועלב אין אונזער נאָכבאַרשאַפט, אַז מיר זאָלען קענען בעמערקען איהר שיין מיט נאַקעטע אויגען אָדער מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען. דיזער „איינמאָל" קען דויערען אַ מעהר אָדער וועניגער קורצע צייט, געוועהנליך עטליכע טעג, אַזוי לאַנג ווי מיר קענען איהר זעהן אין דער נאָכבאַרשאַפט פון דעם ערד־קוגעל; אָבער נאָכהער וועט זי שוין פערשווינדען אויף אייביג פון די מענשליכע בליקען אויף דער ערד.

מען דאַרף ניט זיין קיין אַסטראָנאָם צו פערשטעהן, אַז אַזוי שנעל, ווי אַזאַ קאָמעט וועט אויף איהר רייזע צוריק פון דער זון זיך דערווייטערען אַזוי, אַז מיט די גרעסטע טעלעסקאָפּען זאָל מען איהר שוין ניט קענען בעמערקען, וועט זי בלייבען אין גאַנצען אַ פערלאָרענע פאַר אונז. זי וועט זיך טראָגען אַלץ ווייטער פון אונז אין דעם וועלט־רוים און וועט שוין, ווי געזאָגט, ניעמאַלס צוריקקומען. איהר אַפּעליע איז אַלזאָ, אַסטראָנאָמיש גערעדט, אין אונענדליכע. אַזאַ פּאַראַבאָלישע קאָמעט בעווייזט זיך, מען ווייס ניט פון וואַנען און

ווער ווייסט נאָך ווי פיעל מיליאָנען יאָהרען וואַנדערונגען, און זי פּערשווינדעט פון אונזערע בליקען, מען ווייס ניט וואוהין און אויף ווי לאַנג.

אַזוי וואַנדערען כמעט אַלע קאָמעטען, וועלכע מען האָט געקענט בעאָבאַכטען אין אַלע אָבסערוואַטאָריעס זייט מען האָט ערפונדען טעלעסקאָפּען. די אויסנאַהמען זיינען נאָר די עליפּטישע קאָמעטען, וועלכע זיינען און מוזען זיין פּעריאָדישע.

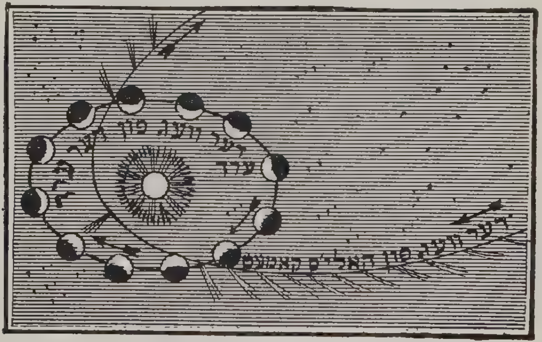
אָבער ווארום זיינען אייניגע קאָמעטען געבליבען עליפּטישע? פרעגט זיך. ווארום זיינען זייערע וועגען פערצאַמט און אָבגעשלאָסען געוואָרען אין בעשטימטע אָרביטען?

מיר מוזען דאָ ווידער זאָגען, אַז דאָס איז ניט אַ צופאַל און אַז עס מוזען זיין געוויסע אורזאַכען פון אַזאַ נאַטור־ערשיינונג. נאָך זעהר לאַנגע און פּינקטליכע בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען זיינען אַסטראָנאָמען געקומען צום שלוס, אַז דאָס קומט דערפון, וואָס קאָמעטען טרעפען אויף זייער וועג צוריק, דאָס הייסט ווען זיי פאַנגען אָן צו דערווייטערען זיך פון דער זון, אַזעלכע פּלאַנעטען, וועלכע ציהען זיי אויף צו. אָט דאָ קומען מיר צו דעם, וואָס איז אויבען געזאָגט געוואָרען וועגען די קאָמעטען אין דער נאַכבאַרשאַפט פון יופּיטער.

לאָמיר זיך יעצט פאָרשטעלען, אַז די קאָמעט וואָס וואַנדערט אויף אַזאַ פּאַראַבאָלישער ליניע, ווי אויף אונזער צייכנונג 46, קומט אויף איהר וועג צוריק פון דער זון אין דער נאַכבאַרשאַפט פון יופּיטער. וואָס וועט דאַן זיין? די ריעזיגע פּלאַנעט וועט איהר געוויס ציהען צו זיך און וועט איהר דערמיט אָבקירעווען פון איהר וועג אויף דעם זעלבען שטייגער, ווי די זון האָט עס פריהער געטהאָן. דורך די ווירקונגען פון איהר אייגענער בעוועגונג אין אַ געוויסער ריכטונג און דורך די צוציהונגס־קראַפט פון יופּיטער וועט זיך, אַלזאָ, ווידער בילדען אַ קרומע ליניע, וואָס וועט זיך ציהען אַרום דער פּלאַנעט, און די קאָמעט וועט זיך שוין ניט קענען טראָגען אויף איהר פריהערען אונענדליכען וועג. נאָר וועט זיך מוזען צוריקקעהרען צו דער זון, וועלכע וועט איהר ווידער פערקירעווען אַרום זיך. נאַכהער וועט דיזע קאָמעט ווידער מאַרשירען אַרום דעם יופּיטער, און אַזוי וועט שוין איהר אָרביט ווערען אַ געשלאָסענע אָדער עליפּטישע.

די עליפּטישע אָרביט פון אַזאַ קאָמעט וועט האָבען צ ו ו י י פאָ־קוסען: איינעם אין דעם צענטער פון דער זון און דעם אַנדערען אין דעם צענטער פון יופּיטער. אַרום דיזע פאָקוסען, וואו עס איז קאָנצענטרירט די צוציהונגס־קראַפט פון דער זון און פון דעם יופּיטער, וועט זיך שוין די קאָמעט בעוועגען אין ב ע ש ט י מ ט ע צ י י ט ע ן, אַזוי ווי אַ פּלאַנעט. זי וועט, אַלזאָ, בלייבען אַ פּ ע ר י אָ ד י ש ע ק אָ מ ע ט.

נאָך דיזע ערקלערונגען וועט שוין דער לעזער האָפּענטליך לייכטער פערשטעהן, וואָס עס מיינט, ווען מען דריקט זיך אויס, אַז די פּלאַנעט יופּיטער האָט ג ע פ אַ נ ג ע ן געוויסע קאָמעטען אויף זייער וועג און האַלט זיי איינגעשפּאַנט אין ב ע ש ט י מ ט ע ג ר ע נ ע צ ע ן.



ציינכנונג 46 אַ.—די אָרביטען פון האַלי׳ס קאָמעט און פון דער ערד אַרום דער זון.

דאָס וואָס עס איז דאָ געזאָגט געוואָרען וועגען די ווירקונג פון יופּיטער אויף געוויסע קאָמעטען, קען אויך געזאָגט ווערען וועגען די אַנדערע פּלאַנעטען, וואָס מיט זייער צוציהונגס־קראַפט פערקירעווען זיי געוויסע קאָמעטען. אָט האַלי׳ס קאָמעט, די בעריהמטעסטע און מערקווירדיגסטע פון אַלע פּעריאָדישע קאָמעטען, פערקירעוועט זיך אין דער נ אָ כ ב אַ ר ש אַ פ ט פ ו ן נ ע פּ ט ו ן און לאָזט זיך נאָכהער אַוועק אויף איהר אָרביט צוריק צו דער זון.

לאַמיר יעצט ווידער וואַרפען אַ בליק אויף דער צייכנונג 44. די אַפּעליע פון האַלי׳ס קאָמעט איז 5200 מיליאָן קילאָמעטער ווייט פון דער זון. די אָרביט פון נעפּטון איז דורכשניטליך 4450 מיליאָן קי־לאָמעטער ווייט פון דער זון. דיזע ווייטקייטען זיינען פיעל גענויער אויסגעמאָסטען געוואָרען פון אַסטראָנאָמען, ווי עס איז מעגליך אויס־צומעסטען אַפּילו איין קילאָמעטער אויף דער אָבערפלעכע פון דער ערד. דאָס מעג שיינען אונגלויבליך, אָבער דאָס איז פּאָזיטיוו ריכטיג. אַלזאָ, די עליפּטישע אָרביט פון האַלי׳ס קאָמעט דערלאַנגט זיך אַ דרעה אַ ר ו ם נ ע פּ ט ו ן אויף אַ ווייטקייט פון 750 מיליאָן קילאָמעטער. דאָס פּאַסירט איין מאָל אין אונגעפעהר 75 יאָהר.

צייכנונג 46 ב.—ווי און ווען האַלי׳ס קאָמעט האָט איבערגעקרייצט די אָרביט פון דער ערד אין 1910.

ווי אַזוי דיזע קאָמעט וואַנדערט צווישען די זון און די ערד אויף איהר עליפּטישער אָריבט, איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 46 אַ; און ווי אַזוי זי האָט געוואַנדערט און איבערגעקרייצט די אָרביט פון דער ערד אין מאַי 1910, וועהרענד איהר לעצטען בעזוך (זעה ביילאַגע „ג“), איז מאַרקירט אויף דער צייכנונג 46 ב. זייערע ריכטונגען און זייערע רייזען אַרום דער זון זיינען מאַרקירט דורך אָנווייזערס.

קאפיטעל 26.

די לייכטקייט און דורכזיכטיגקייט פון קאמעט-עקען.

מיר וועלען יעצט לאזען וואנדערען די קאמעטען, די פעריאדישע און די ניט־פעריאדישע, אויף זייערע בעשטימטע וועגען און וועלען בעטראכטען, וואס געלעהרטע האבען שוין אויסגעפונען וועגען זייער נאטור, אדער גענויער, וועגען דעם וואס פאר א סארט הימלישע קערפערס זיי זיינען, פון וועלכע טהיילען און יסודות זיי בעשטעהען.

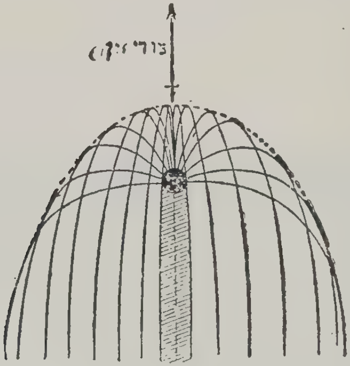
וואס איז דאס אזוינס א קאמעט?

די נאטור־וויסענשאפט ענטפערט דערויף, אז דאס איז א נעבעלהאפטע און זעהר לייכטע מאסע, וואס איהר קערן (דער קאפ) קען זיין סאליד, אדער ענטהאלט אזעלכע טהיילכלעך מאטעריע, וועלכע הויבען אן צו גליהען און פאלגליך אויך צו ש י י נ ע ן בשעת די גאנצע מאסע דערנעהענטערט זיך צו דער זון. אבער איהר הויפט־טהייל ווערט געבילדעט פון געוויסע ג א ז ע ן.

בלאנדזענדיג אדער וואנדערענדיג אין דעם וועלט־רוים, נעהמען דיזע מאסען אן א ס פ ע ר י ש ע אדער קוגעלהאפטע פארמע, לויט נאך די אלגעמיינע געזעצע פון דער נאטור. מיר זעהען, אז אלע הימלישע קערפערס האבען א ספערישע פארמע, און ווען מיר לערנען פיזיקע, איז ניט נאר וואס מיר פערשטעהען גרינגליך, אז אזוי מוז עס זיין, זאנדערן מיר קענען עס אויך בעווייזען דורך לייכטע און גאנץ איינפאכע עקספערימענטען. אלזא, ווען א קאמעט טראגט זיך ארום אין דעם וועלט־רוים און ווערט ניט געשטערט דורך די צוציהונגסקראפט פון אנדערע הימלישע קערפערס, איז איהר פארמע א קיילעכדיגע, א ספערישע. דאן האט זי ניט, נאטירליך, אירגענד וועלכע עקען, קיינע האר און קיין אנדערע אונגעוועהנליכע פארמען.

ווען אזעלכע קיילעכדיגע מאסען וואנדערען אבער אריין אין דעם רוים פון אונזער זונען־סיסטעם, איז וואס נעהענטער זיי קומען צו דער זון, אלץ גרעסער און שטארקער ווערען אין זיי די ענדערונגען, דורך וועלכע זיי אונטערשיידען זיך פון פלאנעטען. די לייכטע גאזען פון די קאמעטען זיינען נאטירליך מעהר עמפפינדליך צו די עלעקטרישע, שיי־

נענדע, ווארעמענדע און מאַגנעטישע ווירקונגען פון דער זון, ווי די שווערע און געדיכטע מאַסען פון די פּלאַנעטען. אונטער די ווירקונגען פון דער זון הויבען די קאָמעטען אָן זיך פאַנאַנדערצוציהען און אויס־שפּרייטען אין געוויסע ריכטונגען. איינינע טהיילען פון זייערע גאַזען רייסען זיך אַרוים אַזוי עפּעס ווי שטראָמען, אונגעפעהר ווי אויף דער צייכנונג 47, און דערפון בילדען זיך די פּער־שיעדענע האָאָריגע אָבשטראַהלונגען אין די עקען, צוליעב וועלכע דיזע זאָנדערבאַרע הימלישע קערפּערס טראָגען דעם נאָמען קאָמעט (פון דעם גריכישען וואָרט „קאָמע“, וואָס בעדייטעט: האָאָר פון קאָפּ).

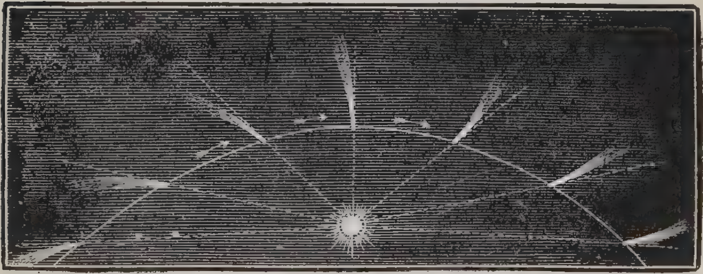


צייכנונג 47.—ווי אַזוי עס בילדעט זיך אַ קאָמעט־עק.

פון אונזער אָבסערוואַטאָריע אויף דער ערד קענען מיר מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען בעאָבאַכטען, ווי אַזוי דער קאָפּ ווערט אַרומ־גערינגעלט מיט האָאָר און ווי עס בילדען זיך די עקען פון קאָמעטען. דיזע עקען ווערען אַלץ געטריבען ניט צו דער זון, נור צוריק פון דער זון, אין דער צייט, ווען אַ קאָמעט דערנעהנטערט זיך צו איהר פּע־ריהעליע. מען נעהמט אָן אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט, אַז דאָס קומט דורך די ווירקונג פון דער עלעקטרישער קראַפט פון דער זון. יעדענפאַלס הערט שוין דאָן די קאָמעט אויף צו זיין ספּעריש, נאָר זי ווערט אָוואַל (די פאָרמע פון אַן איי), אַלץ מעהר אויסגעצויגען

אין אַ ריכטונג געגענאיבער דער זון, עפּעס אַזוי ווי אַ ב ג ע ש ט ו י ס ע ן פון דער זון.

אַלע בעאָבאַכטונגען פון אַסטראָנאָמען צייגען, אַז די זון האָט אַ געוויסע אָ ב ש ט ו י ס ע נ ד ע ווירקונג אויף די קאָמעטען. ווארום דאָס איז אַזוי, ווייס מען נאָך ניט. די קראַפט, וועלכע טרייבט אַלע די עקען פון קאָמעטען אין אַ געגענגעזעצטער ריכטונג, שטויסט זיי אָפּ פון דער זון, איז נאָך אונבעקאַנט. מען רעכענט, ווי געזאָגט, אַז דאָס ווערט פעראורזאַכט פון עלעקטריציטעט. מיר זעהען נאָר די ר ע ז ו ל ט אַ ט ע ן פון דיזער קראַפט. ווען מיר קוקען מיט נאָקעטע אויגען אויף אַ קאָמעט אין די קורצע צייטען בשעת זי ערשיינט ווי אַ האָאָריגער קאָפּ מיט אַ מעהר אָדער ווייניגער לאַנגען עק, דוכט זיך אונז, אַז דער עק שלעפּט זיך נאָך אין דער זעלבער ריכטונג, ווי די קאָמעט טראָגט זיך אַלץ נעהענטער צו דער זון. אין דער ווירקליכקייט איז דאָס אָבער ניט אַזוי. אַלע אַסטראָנאָמען וואָס האָבען געפאָרשט קאָמעטען זיינען איינפערשטאַנדען, אַז די עקען פון די קאָמעטען זיינען אימער אויסגעצויגען ניט צו דער זון, נאָר ג ע ג ע ן ד ע ר ז ו ן. מען זעהט עס אַם קלאָרסטען, ווען מען פאָטאָגראַפירט די קאָמעטען אין פערשיעדענע מאָמענטען, וואָס עס מיינט אויך אין פערשיעדענע פונקטען פון זייער וועג ארום דער זון.



צייכנונג 48.—ווי אַזוי קאָמעט־עקען ווערען צוריקגעשטויסען פון דער זון.

אַלס ביישפּיעל ברענגען מיר דאָ די צייכנונג 48. די קרומע ליניע שטעלט פאָר די אָרביט פון דער קאָמעט ארום דער זון. די עקען פון

דער קאַמעט זיינען קרומלעך, אויסגעבויגענע, אָבער זייער ריכטונג איז ענטגעגענגעזעצט צו דער זון. און וואָס נעהענטער די קאָמעט קומט צו דער זון, גרייכט צו איהר פעריהעליע, אַלץ לענגער ווערט איהר עק.

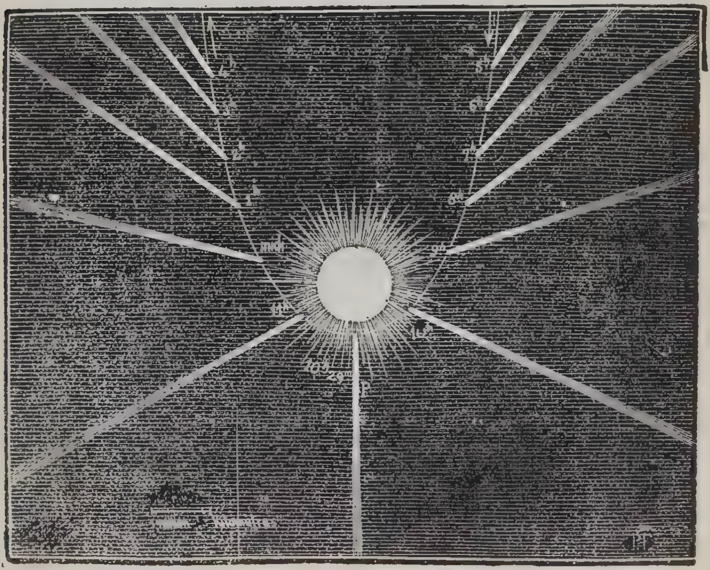
די אויסגעבויגענקייט פון די עקען בשעת די קאָמעט וואַנדערט אַזוי ארום דער זון, קומט דערפון, רעכענט מען, וואָס די טהיילעכלעך מאַטעריע, וועלכע ווערען אַרויסגעשטויסען פון דער קאָמעט'ס קאָפּ, ווי פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 47, האַלטען אויך אָן זייער אורשפּרינגליכע בעוועגונג. זיי טראָגען זיך אויף דעם זעלבען וועג, ווי דער קאָפּ, נאָר אַ געוויסע קראַפט טרייבט זיי צוריק פון דער זון, זאַ דאָס זיי געפינען זיך אונטער דער ווירקונג פון צוויי קרעפטע אין פערשיעדענע ריכטונגען, און דער רעזולטאַט דערפון מוז זיין, ווי דאָס איז ערקלערט געוואָרען אין פאַריגען קאַפּיטעל, אַז יעדע טהיילכעלע זאָל זיך פערקירעווען אָן אַ זייט און זיך טראָגען אין אַ קרומליכע ליניע.

די קרומקייט אָדער פערבויגענקייט פון די עקען איז נאָך מעהר פערשיעדען, ווי די עקען גופא. מאַנכע קאָמעטען צייגען גאַנץ גלייכע עקען. איינע פון די גרעסטע קאָמעטען, וועלכע מען האָט בעאָבאַכטעט אין 1843 יאָהר, האָט געהאַט אַ גאַנץ גראַדען עק אָבגעשטויסען פון דער זון. דיזע קאָמעט איז דאַן צוגעקומען מערקווירדיג נאָהענט צו דער זון. מען האָט אויסגערעכענט, אַז איהר עק האָט פערנומען אַ לענג פון 320 מיליאָן קילאָמעטער. ווי אַזוי מען האָט געזעהן אין אָבסערוואַטאָריעס די עקען פון דיזער קאָמעט, איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 49.

נעהמענדיג אין אַנבעטראַכט די אונגעהייערע לענג פון דיזער און פון עטליכע אַנדערע גרויסע קאָמעטען און די אונבעגרייפליכע שנעלקייט, מיט וועלכע די טהיילען פון אַזאַ עק מוזען זיך בעוועגען, זיינען איינציגע אַסטראָנאָמען געקומען צום שלום, אַז דיזע עקען בעשטעהען גאָר ניט פון מאַטעריע, נאָר זיינען שאָטענס, עפּעס לייכטענדע שאָטענס פון די קאָמעטען. דערווייל איז עס נאָר אַן השערה, און מיר ווילען זיך דאַרום דערויף ניט אָבשטעלען.

זיכער איז עס יעדענפאַלס, אַז די עקען פון די קאָמעטען, ווי אונגעהייער לאַנג זיי זאָלען ניט זיין, ציהען זיך אימער צו דער געגענגעזעצטער זייט פון דער זון, ווי אונגעפעהר אויף דער צייכנונג 48. זיכער

איז עס אויך, אַז דיזע עקען בעשטעהען פון זעהר שיטערע שטאָפען, ווייל מען קען בעמערקען ד ו ר ך ז ײ ד ע ם ש י י ן פ ו ן ד י ש ט ע ר ן אפילו מיט נאַקעטע אויגען. דאָ דאַרף מען שוין קיינע השערות ניט, אַז די מאַסען פון קאָמעטען זיינען ד ו ר כ ז י כ ט י ג ע, און דאַרום מוזען זיי זיין ליכטע אַזוי ווי גאַזען. די ליכטקייט פון די קאָמעט־מאַסען ווערט אויך בעשטימט דורך אַן אַנדער מיטעל, ווי צום ביישפיעל, דורך דעם וואָס מען קען ניט בעמערקען די מינדעסטע ווירקונג זייערע אויף די פּלאַנעטען, צו וועלכע זיי דערנעהענטערען זיך.



ציכנונג 49.—ווי אַזוי אַ גרויסע קאָמעט האָט אַרומגערייזט די זון פון 5 אוהר מאָרגענס ביז 4 אוהר נאָכמיטאָג דעם 27טען פעברואר 1843.

און וואָס קען זיין די וואָג פון דיזע זאָנדערבאַרע הימלישע קערפּערם? אויף דיזע פראַגע ענטפערט, למשל, פלאַמאַריאָן אַזוי:

מיר קענען צוערשט בעמערקען, אַז דיזע נעבעלהאַפטע מאַסען זיינען געוועהנליך זעהר ליכטע. ווען זיי טראָגען זיך פאַרביי פּלאַנע־

טען, פעראורזאַכען זיי דאָרטען ניט קיינע שטערונגען אין די בעווע־גונגען.

צום ביישפּיעל, ל ע ק ס ע ל'ס קאָמעט, וועלכע איז אין 1779 געווען בלויז 600 קילאָמעטער ווייט פון יופּיטער און אין 1770 איז זי פאַרבייגעפלויגען אויף אַ ווייטקייט פון 2,,440,000 קילאָמעטער פון אונזער ערד, האָט גאָר קיינע ענדערונגען ניט אַרויסגערופען אפילו אין די בעוועגונגען פון יופּיטער'ס לבנות אָדער פון אונזער לבנה. אין 1861 איז אַ קאָמעט געווען בלויז 440 טויזענד קילאָמעטער פון דער ערד, און עס איז אַזוי גוט ווי זיכער, לויט נאָך די גאַנץ גענויע רעכנונגען און די בעאָבאַכטונגען פון דעם אסטראָנאָם ליעי, אַז דעם 30טען יוני פון יענעם יאָהר האָט די ערד צוזאַמען מיט דער לבנה ד ו ר כ ג ע־ ש נ י ט ע ן א י ה ר ע ק.

דאָך האָבען אי די ערד אי די לבנה פאָרטגעזעצט זייער גע־וועהנליכען וועג, אַזוי ווי זיי וואָלטען זיך גאָר ניט בעגעגענט מיט אַ קאָמעט. מען האָט נאָר בעמערקט אַ לייכטע „אָראָראַ באָרעאַלים" (נאָרד־ליכט, אויף רוסיש: סעווערנאָיע סיאַניע), אַזוי ווי דער עק וואָלט אַליין געהאַט עפּעס אַן אָפּשיין. ווען אַסטראָנאָמען וואָלטען ניט אויסגערעכענט, נאָך דיעזער מערקווירדיגער פּאַסירונג, אַז אַרום 6 אוהר מאָרגענס דעם 30טען יוני 1861 האָט געטראָפען אַזאַ צוזאַמענשטויס, פּאַר וועלכען מענשען האָבען שטענדיג בעזאָנדערס געציטערט און ציטערען נאָך היינט אויך, וואָלט מען עס גאָר ניט גע־וואוסט.

מען מיינט געוועהנליך, אַז ווען אַ קאָמעט זאָל דערלאַנגען די ערד אַ שלום עליכם, וועט שוין זיין אַ סוף צו איהר מיט האַק און פּאַק. ווען מען בערעכענט אָבער, ווי לייכט און דורכזיכטיג עס זיינען די ריעזיגע עקען פון די קאָמעטען, דאַרף מען זיך דערפאַר גאָר ניט שרע־קען. אַזאַ „צוזאַמענשטויס", ווי אין 1861, האָט שוין וואַהרשיינליך ניט איין מאָל פּאַסירט אין די אונצעהליגע יאָהרען פון דער ערד'ס עקזיסטענץ; און אַזעלכעס וועט נאָך וואַהרשיינליך ניט איין מאָל פּאַסירען אין דער צוקונפט. אָבער אונזער זינדיגע וועלטעל דרעהט זיך נאָך אַלץ און וועט זיך ווער ווייסט ווי לאַנג דרעהען.

אויב די עקען פון קאָמעטען בעשטעהען בלויז פון אַ מין שיינענ־דען עטהער, וואָס האָט, מעג מען זאָגען, גאָר קיין וואָג ניט, איז דאָך

ציייכנונג 49 א.—דאַניעל׳ס קאָמעט, ווי פאָטאָגראַפירט דעם 21טען אָגוסט 1907, אין דער היידעלבורגער אָבסערוואַטאָריע (די ווייסע פּאַסעקלעך בעצייכענען די אַרומיגע שטערן).

איבעריג צו בעמערקען, אַז ווי פיעל מאָל די ערד זאָל ניט דורכשנייי־דען אַזעלכע עקען, וועט עס איהר אַפּילו אַ האָאר ניט שאַדען. אָבער ווען אַפּילו די קאָמעט־עקען זאָלען בעשטעהן פון אַזעלכע לייכטע גאַ־זען, ווי למשל, וואַסער־שטאָף (אויף ענגליש: היידראָזשען), דאַן איז אַ צוזאַמענשטויס מיט זיי אויך אַ קנאַפּע געפאהר.

קורץ, אויב איהר האָט זיך ווען עס איז געשראָקען אָדער וועט זיך שרעקען, אַז איהר וועט אַמאָל זעהען אַ קאָמעט אָט מיט אַזאַ לאַנגען עק, ווי למשל אויף דער צייכנונג 49, דאָס די ערד קען גאָר חרוב ווערען דורך אַ בעגעגענעס מיט איהר, זאָלט איהר זיך בערוהיגען.

אַסטראָנאָמען האָבען נאָך אַנדערע מיטלען צו צייגען, ווי לייכט די קאָמעט־מאַסען זיינען, נאָר מיר קענען זיך אין אַזעלכע איינצעלהייטען ניט אריינלאָזען אין אַ פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע.

קאַפּיטעל 27.

דער שיין און די גאַזען פון קאָמעטען.

ווען מיר בעטראַכטען די שטערן אויפ'ן הימעל מיט אונזערע נאַקעטע אויגען אָדער אַפּילו מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען, קע־נען מיר נאָך ניט וויסען בעשטימט, אויב זיי שיינען אַלע פון זיך זעלבסט, ווי למשל אונזער זון, אָדער זיי רעפלעקטירען (שפּיגלען אָפּ) דעם שיין פון אַנדערע שיינענדע הימלישע קערפּערס. מיר זעהען, אַז זיי אונטערשיידען זיך ניט נאָר אין דער מאָס פון זייער שיין און זייער גלאַנץ, — יעדערער וויים דאָך, אַז ניט אַלע שטערן שיינען גלייך — זאָנדערן אויך אין די קאָליר עון פון זייער שיין. איינינע האָ־בען אַ זילבער־וויסען קאָליר, אַנדערע אַ בלויליכען קאָליר, דריטע אַ רויטליכען, א. ז. וו.

אָט די לבנה, למשל. איהר שיין איז דאָך אַ גאַנץ אַנדערער ווי פון דער זון. וואָרום איז דאָס אָבער אַזוי? פון וואַנען קומט אַזאַ אונטערשיעד? געלעהרטע פיזיקער זאָגען אונז, אַז די לבנה איז גאָר אַזוי דונקעל ווי אונזער ערד. אָבער מיר זעהען דאָך ווי זי שיינט?

איז די אַנטוואָרט פון דיזע געלעהרטע, אַז זי **רעפלעקטירט** בלויז די שטראַהלען פון דער זון.

אָבער דאָ בעט זיך ווידער די פראַגע: ווי אַזוי קען מען עס דער־געהן, אַז דער לבנה־שיין איז ניט אַן אייגענער, נאָר אַן **אָבגעשפּיע־געלטער**? דערויף גיט אונז די נאַטור־וויסענשאַפט אַ גאַנץ בע־שטימטע אַנטוואָרט:

אַפילו ווילדע מענשען ווייסען, דאָס דער לבנה־שיין וואַרעמט ניט. דאָך האָט מען ביז גאָר ניט לאַנג צוריק געגלייבט, אַז „די לבנה **איז** בעשאַפען געוואָרען צו בעלויכטיגען אונזער ערד ביי נאַכט מיט איהרע זילבערנע שטראַהלען". היינט אָבער ווייסען מיר **אַזוי פּאָזיטיוו, אַז** זי רעפלעקטירט בלויז די שטראַהלען פון דער זון, ווי מיר ווייסען עס וועגען שפּיעגלען. מיר האָבען היינט ניט דעם מינדעסטען צווייפעל, אַז ניט נאָר די לבנה, זאָנדערן אויך דער אָבענד־שטערן, דער מאָרגען־שטערן און איבערהויפּט אַלע פּלאַנעטען זיינען אין דער ווירקליכ־קייט אַזעלכע **דונקעלע** הימלישע קערפּערס, ווי אונזער ערד: אַז זיי האָבען ניט דעם מינדעסטען אייגענעם שיין, אַז זיי שלאָגען **בלויז** אָפּ דעם שיין פון דער זון. די לבנה איז פאַר אונז נאָר אַ ריעזיגער שפּיעגעל.

ווער עס האָט געלערענט עטוואָס פיזיקע, דער ווייס גאַנץ גוט דעם אונטערשיעד צווישען אַ זעלבסט־שיינענדען שטראַהל און אַ רע־פלעקטיוון שטראַהל. ער ווייס אויך, וועלכע מיטלען און אינסטרו־מענטען עס ווערען אַנגעווענדעט צו בעווייזען דיזען אונטערשיעד. ווער עס האָט קיין פיזיקע ניט געלערענט און האָט אַפילו ניט געהערט דעם וואָרט „ספּעקטער", דער מוז זיך פערלאָזען אויף אַלע אָטאָריטעטען פון דער נאַטור־וויסענשאַפט.

מיר וועלען זיך אין דיזען קאַפּיטעל ניט פערנעהמען מיט ערקלע־רונגען וועגען דעם, וואָס מען רופט אין דער נאַטור־וויסענשאַפט „ספּעק־טראַל אַנאַליז". דאָס וועלען מיר לאָזען פאַר איינעם פון די נעקסטע קאַפּיטלעך איבער דער זון. מיר וועלען דאָ נאָר בעמערקען, אַז מיט דער הילפע פון אַ ספּעקטראָסקאָפּ קען מען גאַנץ לייכט ניט נאָר דער־קענען, וועלכע הימלישע קערפּערס האָבען אַן אייגענעם שיין און וועלכע ניט, זאָנדערן אַפילו בעשטימען פון וואָס פאַר עלעמענטען אָדער יסודות זיי בעשטעהען.

נו, ווען מען ווענדעט אָן דעם ספּעקטראָסקאָפּ צו בעטראַכטען דעם שיין פון קאָמעטען, איבערצייגט מען זיך, אַז זיי זיינען געוויסערמאסען *זעלבסטשיינענדע* הימלישע וואַנדערער. אַלע פאָרשער פון קאָמעטען שטימען איין, אַז דער ספּעקטער פון קאָמעטען איז גאָר ניט עהנליך צום ספּעקטער פון רעפלעקטירטע זונען־שטראַהלען. עס איז זעהר מעגליך, אַז דער שיין פון קאָמעטען האָט עפּעס אַ צוזאַמענהאַנג מיט דער זון, ווייל מען בעמערקט, אַז דער דאָזיגער שיין ענדערט זיך מיט דער *ווייטקייט* פון דער קאָמעט געגענאיבער דער זון, אונגעפעהר אַזוי ווי דאָס איז אין דעם פאַל מיט פּלאַנעטען. מען קען זאָגען, אַז טהיילווייז איז אויך דער שיין פון קאָמעטען אַ רעפלעקטירטער; אָבער הויפּטזעכליך לאָזט אַ קאָמעט *אַליין ארויס* פון זיך געוויסע שטראַהלען, וועלכע צייגען געוועהנליך *דריי העלע שטריכען* אין דעם ספּעקטראָסקאָפּ.

עס טרעפט זעהר זעלטען, אַז אַ קאָמעט זאָל גראַדע פאַרבייוואַנדערען געגענאיבער דער זון, דאָס הייסט צווישען די ערד און די זון, אָט אַזוי ווי דאָס איז, למשל, דער פאַל מיט דער טראַנזיט פון ווענוס (זעה דעם קאַפּיטעל איבער דיזע פּלאַנעט). אַסטראָנאָמען האָבען אָבער אויך געהאַט די געלעגענהייט צו בעאָבאַכטען אַזעלכע ערשיינונגען.

ווען אַ קאָמעט וואָלט געווען אַזאַ דונקעלער קערפּער ווי אַ פּלאַנעט, דאַן וואָלט מען געקענט בעמערקען *איהר שאָטען* אויף דער זון, ווי מיר זעהען עס מיט נאַקעטע אויגען ביי אַ ליקוי חמה אָדער ווי מען קען עס זעהען דורך טעלעסקאָפּען בשעת די שטאַרק גלענצענדע פּלאַנעט ווענוס וואַנדערט פאַרביי די זון. אין אַזעלכע פעלע איבערצייגט מען זיך, אַז אויך ווענוס איז אַזאַ דונקעלער קערפּער, ווי די לבנה אָדער די ערד.

מיט קאָמעטען איז עס אָבער אַנדערש. איין מאָל האָט מען בעמערקט, אַז דער קאָפּ פון אַ קאָמעט האָט *געגלענצט נאָך מעהר ווי די זון*. עס האָט אויסגעזעהן, אַזוי ווי אַלעס האָט דאָרטען געברענט און געקאָכט. אַן אַנדערש מאָל (אין 1882 יאָהר) האָט מען געזעהן, ווי אַ קאָמעט איז צוגעקומען אין דער נאַכבאַרשאַפט פון דער זון, אָבער אין דער צייט ווען זי האָט געמאַכט איהר רייזע פאַרביי דער זון (איהר טראַנזיט, ווי מען זאָגט עס בלשון אַסטראָנאָמיע), האָט מען איהר שוין גאָר ניט געקענט זעהן. ווען זי וואָלט

געוועזן א דונקעלע מאַסע, וואָלט זי דאָך דאָן געוואָרפען אַ שאָטען אויף דער זון, און מען וואָלט עס בעמערקט מיט טעלעסקאָפּען. אַזוי אָבער ווי דיזע קאָמעט האָט אַ ל י י ן ג ע ש י י נ ט, איז איהר שיין פערשוואונדען געוואָרען אין דעם שטאַרקערען שיין פון דער זון.

אַלס ביישפּיעל פון אַ זעלבסט־שיינענדער, זעהר לייכטער און דורכזיכטיגער קאָמעטע קען דיענען די צייכנונג 50, וועלכע שטעלט פאָר דעם קאָפּ פון אַ קאָמעט, וואָס טראָגט דעם נאָמען פון איהר ענט־דעקער ד אָ נ אַ ט י, ווי מען האָט איהר פאָטאָגראַפירט דעם 5טען אָקטאָבער 1858. אַסטראָנאָמען האָבען אויסגעמאָסטען, אַז איהר עק איז געוועזן 88 מיליאָן קילאָמעטער לאַנג און אַז די ברייטקייט פון איהר קאָפּ איז געוועזן איבער 3,200,000 קילאָמעטער. אַסטראָנאָמען האָבען אויך אויסגעפונען, אַז איהר אָרביט איז אַן עליפּטישע, אָבער אַזאַ לאַנגע, אַז עס נעהמט איהר 1950 יאָהר צו מאַכען איין רייזע.

צייכנונג 50.—דער קאָפּ פון דאָנאַטי׳ס קאָמעט אין 1858.

אין אַלגעמיין צייגט דער ספּעקטער פון קאָמעטען געוויסע ד ר י י גלאַנצענדע פּאַסיקלעך. דער צווייטער פּאַסיקעל איז דער גלאַנצענד־סטער. זייערע קאָלירען זיינען פערשיעדענע. נאָך פיעלע אונטער־זוכונגען און פערגלייכען האָט מען אויסגעפונען, אַז די ספּעקטערס

פון די קאָמעטען זיינען זעהר עהנליך צו די ספּעקטערס פון גאַזען, וואָס טראָגען אין דער כעמיע דעם אַלגעמיינעם נאָמען ה י ד ר אָ־ק אַ ר ב אָ ן. דיזע גאַזען ענטשטעהען דורך אַ בעהעפטונג פון קאַר־באָן (קאָהלען־שטאָף) און הידראָגען (וואַסער־שטאָף). פון אַזעלכע גאַזען בעשטעהט אויך אונזער געוועהנליכער ברען־גאַז. ווען מען צינדט אָן אַ גאַז־אייוועלע אַזוי, אַז דער פלאַם זאָל זיין אַ בלויער (מען רופט דעם דאָזיגען פלאַם ב ו נ ז ע ן־פ ל אַ ם, נאָך דעם נאָמען פון דעם ערפינדער און גרויסען דייטשען כעמיקער בונזען; אַזאַ פלאַם בעקומט מען, ווען דער געוועהנליכער בעלייכטונגס־גאַז ברענט צוזאַמענגעמישט מיט לופט), און ווען מען זאָל דעם שיין פון אַזאַ פלאַם בעטראַכטען דורך אַ ספּעקטראָסקאָפּ, וועט מען בעקומען דעם ז ע ל ב ע ן ס פּ ע ק ט ע ר, וו אָ ס ק אָ מ ע ט ע ן צ י י ג ע ן א י ן אַ ס פּ ע ק ט ר אָ ס ק אָ פּ.

מען דרינגט דערפון, און מען האָט פאָלשטענדיג רעכט אַזוי צו דרינגען, אַז קאָמעטען בעשטעהען טאַקע מייסטענס, אויב ניט גאָר אין גאַנצען, פון אַט אַזעלכע ברען־גאַזען. דער ספּעקטער פון מאַנכע קאָמעטען האָט געצייגט, אַז זיי ענטהאַלטען אויך געוויסע מ ע ט אַ־ל ע ן אין אַ גליהענדען צושטאַנד, ספּעציעל דעם מעטאַל נאַטריום אָדער סאָדיום. נאָר דערווייל האָט מען נאָך ניט געטראָפען אַזאַ קאָמעט, וואָס זאָל ניט ענטהאַלטען דעם יסוד קאַרבאָן אין געוויסע בעהעפטונגען מיט דעם יסוד וואַסער־שטאָף.

דער רוסישער אַסטראָנאָם ב ר ע ד י כ י ן, וועלכער האָט צעהנדליגע יאָהרען לאַנג ספּעציעל בעאָבאַכטעט קאָמעטען און גע־פאָרשט זייערע ספּעקטערס און עקען, האָט סאָרטירט דיזע עקען אין דריי גרופּען נאָך זייער פאָרמע און אינהאַלט. דיזע דריי גרופּען זיי־נען פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 51.

צו דער ערשטער גרופּע געהערען די לענגערע און גלייכערע עקען. וועלכע זאָלען קומען ספּעציעל פון דעם יסוד וואַסער־שטאָף (דאָס איז זעהר אַ לייכטער גאַז, וועלכער בילדעט וואַסער, ווען ער בעהעפטעט זיך מיט דעם יסוד זויער־שטאָף, און וועלכער ברענט, ווען מען צינ־דעט איהם אָן, מיט אַ בלויליכען פלאַם).

צו דער צווייטער גרופּע געהערען די אויסגעבויגענערע און בריי־טערע עקען, וועלכע מען זעהט געוועהנליך אויפ'ן הימעל ביי די ער־

שיינונגען פון גרויסע קאָמעטען. די ספּעקטראָסקאָפּישע נאָכפאָר־שונגען ציינען, אַז דיזע עקען ענטהאַלטען מייסטענס הידראָ־קאַרבאָן גאַזען (ברען־גאַזען).

צו דער דריטער גרופּע געהערען די קירצערע און קלענערע עקען. מען רעכענט, אַז זיי בעשטעהען פון שווערערע גאַזען, מייסטענס מעטאַלישע, וועלכע ווערען דאַרום מעהר צוגעצויגען צו דער זון.

אין אַ פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע קען מען זיך ניט אַריינלאָזען אין איינצעלהייטען וועגען אַזעלכע ווייט־הימעלדיגע זאַכען. פון דעם אויבענגעזאָגטען קען דער לעזער יעדענפאַלס שליסען, אַז די וויסענשאַפט

צייכנונג 51.—די דריי סאָרטען עקען פון קאָמעטען.

האָט אַריינגעדרונגען אין די טיעפסטע סודות איבער די נאַטור פון קאָמעטען. עס זיינען נאָך געבליבען אַ סך פּונקטען, וועלכע זיינען אַלץ ניט ערקלערט געוואָרען און וועגען וועלכע אַסטראָנאָמען און פיזיקער שטרייטען אַרום; אָבער פיעלעס ווייס מען שוין פּאָזיטיוו. אַמאָל איז אַלעס געווען אַ געהיימניס אין דער וועלט פון קאָמעטען, היינט איז מען שוין דערגאַנגען ווי אַזוי זיי וואַנדערען, וואָס פאַר אַ פאָרמען זיי האָבען און אַפילו וועלכע יסודות זיי ענטהאַלטען אין זיך, ווי דאָס איז אויבען איבערגעגעבען געוואָרען.

מיר ווייסען שוין פּאָזיטיוו, אַז זיי זיינען ריעזיגע גאַז־מאַסען, פול מיט קאַרבאָן און וואַסער־שטאָף, און אַז זיי לאָזען אַרויס פון זיך אויך אַן א י י ג ע נ ע ם ש י י ן. מיר ווייסען אויך פּאָזיטיוו,

אַז מאַנכע פון זיי זיינען פּ ע ר י אָ ד י ש ע און בעוועגען זיך נאָך די אַלגעמיינע געזעצע, אזוי ווי די פּלאַנעטען פון אונזער זונען־סיסטעם.

מיר וועלען זיך יעצט געזעגענען מיט דער וועלט פון קאָמעטען און וואַרפען בליקען אויף דער וועלט פון פאַלענדע שטערן, וועלכע איז אויך געווען אַ גרויסע נאַטור־געהיימניס ביז אונזערע צייטען.

קאַפּיטעל 28.

פאַלענדע שטערן.

ווער האָט עס ניט געזעהען, ווי אַ גלענצענדער פּונקט בעווייזט זיך פּלוצלונג אויפ'ן הימעל, דערלאַנגט אַ פליה מיט דער שנעלקייט פון אַ בליץ און פערשווינדעט?

פון וואַנען נעהמט זיך עס? וואָס איז דאָס אַזוינס?

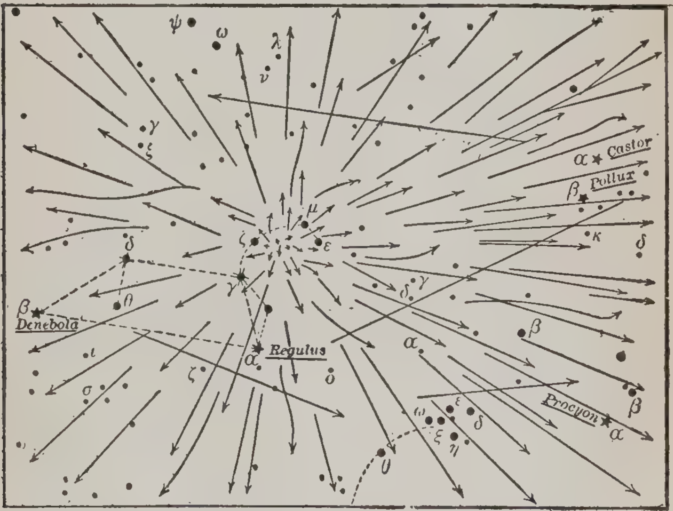
זייט מענשען האָבען אָנגעפאַנגען צו דענקען, האָבען זיי זיך גע־ווים געשטעלט אַזא פראַגע. אָבער ערשט אין אונזערע צייטען האָט מען געקענט געבען אַ פּאָזיטיווע וויסענשאַפטליכע אַנטוואָרט אויף איהר.

דאָס וואָס מען רופט „פאַלענדע שטערן" איז אַ גאַנץ געוועהנליכע ערשיינונג יעדע נאַכט, נור אין מאַנכע צייטען פון יאָהר איז אַ בע־זאָנדערס גרויסע געדעטענים אויף זיי. עס זעהט אויס ווי אַ „פייער־דיגער רעגען". ספּעציעל שיטען זיי זיך אין מאָנאַט נאָוועמבער, אַט ווי אויף דער צייכנונג 52.

די צאָהל פון פאַלענדע שטערן אין פערלויף פון אַ יאָהר איז גאָר ניט אָבצושאַצען. אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען זיך אָבגעגעבען ספּע־ציעל צו בעטראַכטען און אויספאָרשען דיזע גלענצענדע און שנעל־פערשווינדענדע הימלישע געסט, פערזיכערען, אַז יעדע סעקונדע פאַלען זיי אַראָב אויף אונזער ערד אין די טויזענדע. דער גרויסער און בע־ריהמטער אַמעריקאַנער אַסטראָנאָם סיימאָן ניוקאָם, מיט וועמעס פּאָ־פּולערע אַסטראָנאָמיע מיר בענוצען זיך דאָ, האָט אויסגערעכענט אויף דעם גרונד פון זיינע אייגענע בעאָבאַכטונגען, ווי אויך פון פיעלע אַנדערע געלעהרטע שטערן־פאָרשער און אָבסערוואַטאָריעס, אַז אין פערלויף פון אַ יאָהר צייט קריגען מיר אויף דעם חלק פון אונזער ערד־קוגעל ניט ווייניגער פון 1 4 0 מ י ל י אָ ר ד ע ן פאַלענדע שטערן.

נור וויפיעל אַזעלכע הימלישע געסט זאָלען זיך ניט בעווייזען איבער אונזערע קעפּ, דאַרפען מיר זיך גאָר ניט שרעקען פאר זיי. זעהר זעלטען, נור אין אויסערגעוועהנליכע פעלע, דערגרייכען זיי ביז צו דער אָבערפלעכע פון דער ערד אין אַן אַנדער פאָרם, ווי פּיצעלעך מאַטעריע, פּשוט ווי שטויב.

יעדעפאַלס איז עס זעהר אינטערעסאַנט און בעלעהרענד צו בעטראַכטען דעם הימעל אין אַזעלכע נעכט, ווי צווישען דעם 13טען און



צייכנונג 52.—אַ פייערווערק אויפ'ן הימעל אין אַ נאָוועמבער נאַכט.

15טען נאָוועמבער, אָדער צווישען דעם 17טען און 23טען נאָוועמבער. אַ הערליכע, הימלישע פייערווערק קומט דאַן פאָר. מען מעג עס רופען פייערדיגער רעגען, און עס איז מעגליך, אַז דורך דיזע נאַטירליכע ערשיינונג זיינען עס ענטשטאַנען די גרוי־אַלטע וואונדער־מעשות וועגען „פייערדיגע רעגענס“.

וואָס אַ פאַלענדער שטערן איז, דאַרף מען ניט בעשרייבען. ווער האָט עס דען ניט געזעהן מיט זיינע אייגענע אויגען אין אַ קלאָרער נאַכט? זיי בעווייזען זיך אַזוי געהיימניספאָל, ווי זיי פערשווינדען.

אַ בליץ — און ניטאָ. זיי זיינען אַזעלכע אָפּטע געסט, אַז געוועהנליך קוקט מען זיך גאָר ניט אום אויף זיי. מיר זיינען דאָך אַזוי פערטיעפט און פערהאַוועט אין אונזערע עסקים, אַז געוועהנליך הויבען מיר גאָר ניט אויף אונזערע אויגען צום הימעל. אָבער אין מאַנכע נעכט, ספּעציעל אין מיטען פון די מאָנאַטען פון אויגוסט און נאָוועמבער, רעגענט עס אַזוי פיעל מיט די דאָזיגע שטערן, אַז עס איז שווער דאָס ניט צו בעמערקען, ווען מען געפינט זיך נור אונטער דעם פרייען הימעל.

עס איז איבעריג צו זאָגען, אַז פון די עלטעסטע צייטען אָן האָבען מענשען געטראַכט וועגען דעם אורשפּרונג און דעם סוף פון דיזע קורץ־ווייליגע שטערן. עס וואָלט גענומען צו פיעל פּלאַץ און צייט איבערצוגעבען די איינבילדונגען, לעגענדען און אַבערגלויבענס, וועלכע די פערצייטיגע מענשען האָבען צוזאַמענגעפּלאָכטען מיט דעם דאָזיגען הימלישען פייערווערק. ערשט אין 19טען יאָהרהונדערט האָט מען אָנגעפאַנגען צו מאַכען רעגעלמעסיגע און גרינדליכע בעאָבאַכטונגען פון פאַלענדע שטערן. מען האָט אויך נאָכגעזוכט אין די אַלטע שריפטען בעמערקונגען און בעשרייבונגען פון בעזאָנדערס גרויסע הימלישע פייערווערק, אום דאָס צו פערגלייכען מיט די בעאָבאַכטונגען אין פערשיעדענע אָבסערוואַטאָריעס. בעזאָנדערס האָט דער גלענצענדער מעטעאָרישער (מיט'ן גריכישען וואָרט „מעטעאָר“ בעצייכענט מען יעצט געוועהנליך פאַלענדע שטערן און הימלישע שטיינער) פייערווערק פון נאָוועמבער 1833 צוגעצויגען די אויפמערקזאַמקייט פון אַסטראָנאָמען צו דיזע הימלישע ערשיינונגען.

מיר וועלען דאָ איבערגעבען בלויז די לעצטע רעזולטאַטען פון די צאָהלרייכע פאָרשונגען און אויספיהרונגען פון געלעהרטע.

וועגען דעם אורשפּרונג פון פאַלענדע שטערן און פון אַלע זאָ־גענאַנטע הימעל־שטיינער בכבל זיינען נאָך די אַסטראָנאָמען און פיזיקער וואייט ניט איינִיג. אייניגע געלעהרטע, דאַרונטער אויך דער בעריהמטער פראַנצויזישער נאַטור־פאָרשער מויניע, מיינען, אַז די מעטעאָרען זיינען שטיקלעך פון אַ געפּלאַצטער לבנה, וועלכע איז געוועזן קלענער פאַר די היינטיגע לבנה. אַנדערע מיינען, אַז דאָס זיינען שטיקער פון אַ צושטערטער פּלאַנעט. דער בעריהמטער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם קאַמיל פלאַמאַריאָן האָט געמאַכט די השערה, אַז די מעטעאָרען שטאַמען גאָר פון אונזער ערד גופא, נעמליך: פון די אַמאָליגע

וואולקאַנען, וועלכע האָבען געהאַט אַ פיעל גרעסערע קראַפט פאַר די וואולקאַנען אין אונזערע צייטען.

אָבער די מייסטע געלעהרטע פאָרשער קומען יעצט אַלץ מעהר צום שלום, אַז די מעטעאָרען שטאַמען פון ג ע פ ל אַ צ ט ע ק אָ מ ע־ ט ע ן. מען האָט אויסגעפונען און מען געפינט אויס אַלץ מעהר אַ צוזאַמענהאַנג צווישען געוויסע קאָמעטען מיט די, זאָ צו זאָגען, רעגענס אָדער שטראָמען פון פאַלענדע שטערן, וועלכע מען זעהט אין די מאָ־ נאַטען אויגוסט און נאָוועמבער.

די דאָזיגע שטראָמען טראָגען בעזונדערע נעמען. די יעניגע פון מאָנאַט אויגוסט רופט מען פ ע ר ס ע א י ד ע ן, ווייל זיי ציהען זיך אַרויס מיט אַ גלאַנץ פון דעם אָרט אויפ׳ן הימעל, וואו מען זעהט שטענדיג די קאָנסטעלאַציאָן (שטערן־גרופּע) פ ע ר ס ע א ו ס. די יעניגע פון מאָנאַט נאָוועמבער רופט מען ל ע אָ נ י ד ע ן, ווייל זיי שטראַהלען אַרויס פון דעם אָרט אויפ׳ן הימעל, וואו מען זעהט שטענ־ דיג די קאָנסטעלאַציאָן פון לעאָ אָדער מזל אריה.

די פאַלענדע שטערן אַרום דעם מיטען פון נאָוועמבער טראָגט יעצט אויך אַ בעזאָנדערן נאָמען. מען רופט זיי אַ נ ד ר אָ מ ע ד י־ ד ע ן, ווייל זיי שטראַהלען אַרויס פון דעם אָרט אויפ׳ן הימעל, וואו עס געפינט זיך די קאָנסטעלאַציאָן „אַנדראָמעדאַ“ (אַרום 8 און 9 אוהר אבנעדס אין נאָוועמבער געפינט זיך דיזע שטערן־גרופּע איבער׳ן קאָפּ אין ניו יאָרק).

אָבער ווען מען שטרייט נאָך אַרום אין דער געלעהרטער וועלט וועגען די אָבשטאַמונג פון פאַלענדע שטערן, צווייפעלט מען שוין גאָר ניט, אַז זיי זיינען קליינע שטיקער שטאָף אין דעם וועלט־רוים, וועלכע ווערען צוגעצויגען צו דער ערד, ווען זיי קומען אין נאָהענטער שכנות מיט איהר. אָט אין די נעכט (און נאַטירליך אויך טעג, נור דאַן קענען מיר זיי ניט זעהען אַפילו מיט די גרעסטע טעלעסקאָפּען) פון נאָ־ וועמבער און אויגוסט, ווען דיזע הימלישע פייערווערק זיינען בעזאָנדערס בריליאַנט, טרעפט זיך די ערד מיט שטראָמען פון געוויסע שטיינער, וועלכע בעוועגען זיך אין אַ געוויסער ריכטונג.

נאָך די אויספיהרונגען פון אַזעלכע בעריהמטע אַסטראָנאָמען ווי סקיאַפּאַרעלי, דער ·ענטדעקער פון די קאַנאַלען אויף דער פּלאַנעט מאַרס, זאָל דאָס זיין די ריכטונג פון געוויסע פערשוואונדענע קאָמע־

טען. דאָן ווערען זיי צוגעצויגען פון דער ערד צו זיך און זיי פאַלען טאַקע אַרונטער צו אונז, אָבער אויפ'ן וועג, איידער זיי קענען אַראָב־פאַלען אויף אונזערע קעפּ, מוזען זיי דאָך דורכשניידען די לופט, מיט וועלכער די ערד איז אַרומגערינגעלט. דערביי ווערען דיזע שטיקער שטאָף אַזוי צ ו ה י צ ט דורך דעם צוזאַמענשטויס און רייבעריי מיט דער לופט, אַז זיי פ ל אַ צ ע ן אויפ'ן וועג און ווערען אומגע־וואַנדעלט אין פּיצעלעך, פּשוט אין שטויב.

דאָס איז אונבעשטרייטבאַר בעוויזען געוואָרען דורך פיעלע בע־אָבאַכטונגען פון אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען ספּעציעל שטודירט דיזע ערשיינונגען. אַזוי דאַרף עס אויך זיין נאָך די פיזישע געזעצע. די לופט, מיט וועלכע די ערד איז אַרומגערינגעלט מיילען הויך, דיענט אונז ווי אַ דאַך געגען דיזע הימלישע באָמבאַרדירונגען. זי פערהאַלט דעם פאַל פון יעדען קערפּער, ווי דאָס ווייס יעדער איינער, וואָס האָט געלערענט עפּעס פיזיקע. ביי אַ פאַל פון אַ זאַך דורך די לופט ווערט זי אָנגעוואַרעמט. די וואַרעמקייט קומט פון רייבען. ווי לייכט און שיטער די לופט זאָל ניט זיין, לייסטעט זי דאָך אַלץ ווידערשטאַנד צו קערפּערס, וועלכע שניידען איהר דורך בשעת זיי פאַלען אַרונטער דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דעם ערד־קוגעל.

ווען אירגענד וועלכער מעטעאָר קומט נור אַזוי נאָהנט צו דער ערד, אַז ער ווערט, זאָ צו זאָגען, אַראָבגעפיהרט פון זיין געוועהנליכען וועג אין דעם וועלט־רוים דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד, פאַלט ער אַרונטער צו אונז מיט אַלץ אַ גרעסערער שנעלקייט, לויט די געזעצע פון גראַוויטאַציאָן אָדער שווערקייט. דורך דעם ווידערשטאַנד פון דער לופט ווערט דיזע שנעלקייט פערקלענערט. דערפאַר ווערט אַלץ גרע־סער די רייבונג און דורך דעם די היץ פון דעם פאַלענדען קערפּער. די מעטעאָרען, וועלכע בעשטעהען פון אייניגע מעטאַלען, מייסטענס פון א י י ז ע ן, ווי מען האָט עס אויסגעפונען דורך כעמישע אַנאַליזען, ווערען אַזוי צוהיצט ביי זייער דורכשניידען די לופט, אַז מיר זעהען זיי הויך־הויך איבער אונזערע קעפּ ווי אַ פייערדיגע מאַסע, אָט ווי, למשל, אויף דער צייכנונג 53.

געלעהרטע פאָרשער האָבען בעשטימט, אַז מיר הויבען אָן צו זעהען די פאַלענדע שטערן ערשט דאַן, ווען זיי געפינען זיך אויף אַ הויכקייט פון 80 ביז 40 מייל. העכער פון 110 און ניעדריגער פון 20

מייל האָט מען נאָך ניט בעמערקט קיין פאַלענדען שטערן. מיר זעהען דאָן ווי די מעטעאָרען פאַלען אין אַ גלייכער ליניע צווישען די פיקסע שטערן און ווי זיי פערשווינדען. די צייט פון דיזער פליהענעס איז געוועהנליך ווענינער פון אַ סעקונדע.

די נאָוועמבער־מעטעאָרען אָדער „לעאָנידען" אונטערשיידען זיך אין זייער הויך, שנעלקייט און אין דער לענג פון זייער וועג אין פערגלייך מיט די אָגוסט־מעטעאָרען אָדער פּערסעאידען. וואָס שנעלער זיי פליהען דורך די לופט, אַלץ שנעלער ווערען זיי צוגליהט און אומגעוואַנדעלט אין גאַזען און אין שטויב. מען מעג זאָגען, אַז דיזע שטיינער ווערען פ ע ר ב ר ע נ ט דורך די גרויסע היץ, וועלכע ענטשטעהט

צייכנונג 53.—ווי עס האָט אויסגעזעהען אַ הימעל־שטיין איידער ער איז אַרונטערגעפאַלען אין קאַליפאָרניאַ, אין 1894.

ביי זייער פאַל דורך די לופט. די צוהיצטע און צוגליהטע מעטאַלען און בכלל די יסודות פון מעטעאָרען בעהעפטען זיך דאָן מיט דעם זויערשטאָף פון דער לופט. קורץ, די פאַלענדע שטערן ווערען צ ו ב ר ע־ק ע ל ט, איידער זיי דערגרייכען אַ מייל 40 איבער אונזערע קעפּ. מיר האָבען דאָרום גאָר ניט וואָס צו שרעקען זיך פאַר דיזע „פייערדיגע רעגענס".

עס טרעפט אַזוי זעלטען, דאָס אַ פאַלענדער שטערן אָדער אַ פייערדיגער הימלישער שטיין זאָל טאַקע אַראָבפאַלען אויף אונזערע קעפּ אין גרויסע שטיקער, אַז די געלעהרטע פון 18טען יאָהרהונדערט האָבען אין גאַנצען געלייקענט, דאָס עטוואָס עהנליכעס קען פּאַסירען אין דער

ווירקליכקייט. די בעשרייבונגען אין אלטע שריפטען און ביכער וועגען פייערדיגע קוגלען און הימלישע שטיינער, וועלכע מען האט געזעהן אין פערשיעדענע ערטער פלאצענדיג אין דער לופטען מיט א דונערענ־דען קראך אדער פאלענדיג און איינגראבענדיג זיך מעהר אדער וועניגער טיעף אין דער ערד — דאס האבען די געלעהרטע אונגעפעהר מיט א הונ־ערט יאהר צוריק פשוט בעטראכט אלס בבא־מעשיות. היינט אבער צווייפעלט שוין קיין געלעהרטער ניט, אז עס פאלען טאקע ארונטער גאנץ שווערע הימלישע שטיינער און פייערדיגע קוגלען.

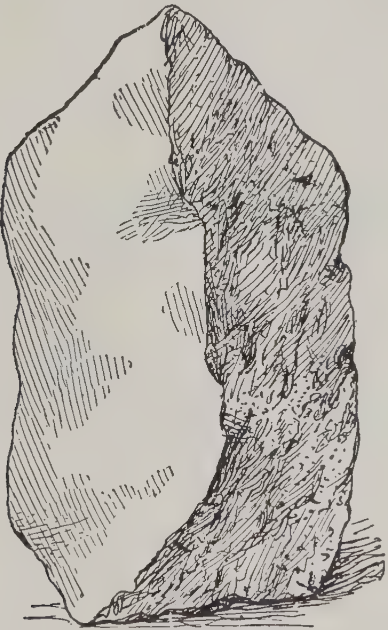
מען האט אונבעשטרייטבארע בעווייזע אין זייער עקזיסטענץ ניט בלויז אין די מוזעאומס, וואו מען האט צוזאמענגעקליבען גרויסע צאהלען פון אלערליי שטיינער, וועלכע פאלען ארונטער פון הימעל, זאנדערן אויך אין דער ארט און ווייזע, ווי זיי פאלען ארונטער, ווייל איינינע בעוואוסטע געלעהרטע האבען עס בעאבאכטעט מיט זייערע אויגען. אין ניו יארקער מוזעאום אוו נאטשורעל היסטארי געפינען זיך זעהר גרויסע, שווערע און מערקווירדיגע הימעל־שטיינער.

אזעלכע שטיינער האבען געשפיעלט א גרויסע ראלע אין די רע־ליגיאנען פון איינינע אלטע פעלקער. מען פלעגט זיי פשוט פערגע־טערען אלס „שלוחים פון די געטער". איינער פון די בעריהמטעסטע פון די פערגעטערטע מעטעארען האט זיך געפונען אין פריגיא (א גע־וויסער טהייל פון קליין־אזיען). אין פערלויף פון לאנגע דורות האט מען זיך דארטען געבוקט צו א שווארצען קיילעכדיגען שטיין אלס די פערקערפערונג פון סיבעלע, די „מוטער פון געטער" (אגב וועלען מיר דא בעמערקען, אז דיזע „מוטער פון געטער", וועלכע האט געהאט טעמפלען אויך אין רוים גופא לאנג נאך דער געבורט פון דעם קריסט־ליכען „גאט'ס זוהן", איז צוזאמענגעפלאכטען געווארען מיט די קריסט־ליכע לעגענדען וועגען זיין בתולה'דיגער מוטער מאריע).

צו דער צייט, ווען רוים האט אנגעפאנגען צו בעהערשען די לענ־דער ארום ים־הגדול, איז פערשפרייט געווארען א מין נבואה, אז ווען די רוימער וועלען בעזיצען און אריבערברענגען צו זיך דעם דאזיגען פריגישען הימעל־שטיין, וועט ביי זיי שטענדיג הערשען הצלחה. די רוימער האבען טאקע דארום פערלאנגט דיזען שטיין ביי דעם דארטיגען קעניג אטאלוס און האבען איהם ארום דעם יאהר 204 פאר די קריסט־

ליכע צייט־רעכנונג אריבערגעבראכט נאָך רוים מיט גרויסע צערע־
מאָניעס. וואָס עס איז שפּעטער געוואָרען פון איהם, ווייס מען ניט.

דער בעריהמטער שוואַרצער שטיין, וועלכער איז די גרעסטע היי־
ליגקייט ביי די מחמד'אַנער און בעציערט זייער פּראָפעט'ס קבר, איז
אויך אַ מעטעאָר. געלעהרטע רעכענען, אַז דער דאָזיגער שטיין איז



צייכנונג 54.—אַ הימעל־שטיין, וואָס איז אַראָפּגעפאַלען אין איאָווו, אין 1875.

אַראָבגעפאַלען פון הימעל אין אַראַביען מיט אַ קורצע צייט פאַר די
ענטשטעהונג פון דער מחמד'אַנישער רעליגיאָן.

אין דעם מוזעאום פון נאַטור־וויסענשאַפט אין לאָנדאָן געפינען
זיך יעצט 566 מוסטערס פון הימעל־שטיינער. וועגען 325 פון זיי האָט
מען פּאָזיטיווע בעווייזע, אַז זיי זיינען טאַקע אַרונטערגעפאַלען פון הי־
מעל; וועגען די איבעריגע שליסט מען, אַז זיי זיינען הימעל־שטיינער,

ווייל זיי זיינען עהנליך צו אַזעלכע, וועלכע מען האָט געזעהן ביי זייער פאַלען אויף דער ערד. דער גרעסטער פון זיי וועגט אונגעפעהר 3 טאָן.

אין 1866 איז אַ גרויסער מעטעאָר אַרונטערגעפאַלען אין אונגאַרן. ער וועגט 547 פונט.ביים פאַלען האָט ער אויסגעגראָבען אין דער ערד אַ לאָך 11 פוס טיעף.

אויף איינער פון זיינע רייזען אין גרענלאַנד האָט אַדמיראַל פירי געפונען אַ הימלישען שטיין, וואָס וועגט 36 און אַ האַלב טאָן און געפינט זיך היינט אין אַמעריקאַן מוזעאום אָוו נעטשורעל היסטאָרי, ניו יאָרק. אין מעקסיקאָ האָט מען געפונען א מעטעאָר, וואָס איז 13 פוס לאַנג, 6 פוס ברייט און 5 פוס דיק. ער זאָל וועגען 50 טאָן און זאָל זיין דער גרעסטער פון אַלע ביז יעצט בעקאַנטע הימלישע שטיינער. אין דעם פאַריזער מוזעאום קען מען יעצט זעהן אַ מעטעאָר, וואָס איז אַמאָל פערגעטערט געווען אין מעקסיקאָ. ער וועגט איבער 1000 פונט.

אין 1853 איז אַ מעטעאָר אַרונטערגעפאַלען אין אַ פלאַץ פון איסט אַפריקאַ. די איינגעבאָרענע דאָרטען האָבען איהם אָנגענומען פאַר אַ גאָט, האָבען איהם געזאַלבט מיט בוימעל, בעדעקט מיט צייג, וואָס איז בעפוצט געווען מיט פערלען, און אריינגעשטעלט אין אַ טעמפעל, וואו מען האָט זיך געבוקט צו איהם. דאָ האָבען מיר אַ ביישפיעל, ווי אַזוי מען האָט פערגעטערט אַזעלכע שטיינער ביי די פערצייטיגע קולטור־פעלקער.

עס איז אויך בעוואוסט, דאָס אין אונגאַרן האָט מען אויפגעבויט אַ קירכע, וואו מען האָט געהאַלטען צוגעשמידט אויף אַ קייט אַ מעטעאָר, וועלכער איז אַרונטערגעפאַלען מיט אַ פערטויבענדען קנאַק דעם 7טען סעפּטעמבער 1514. מען האָט געקוקט אויף דיזען שטיין, ווי אויף אַ געשאַנק פון גאָט. אַן עהנליכער פאַל האָט פאַסירט אין דער פּראָווינץ אַרטואַ, פראַנקרייך. דאָרטען האָט מען געהאַלטען אַ מעטעאָר צוגעשמידט צו אַ קייט אין מיטען פון אַ קירכע, ווייל מען האָט געגלויבט, אַז ער קען זיך אָבטראָגען צוריק אין דער הימעל־וועלט.

אין אַמעריקאַן מוזעאום אָוו נעטשורעל היסטאָרי, ניו יאָרק, קען מען זעהן דעם זאָגענאַנטען „ווילאַמעט מעטעאָר“, צוליעב וועלכען עס איז געפיהרט געוואָרען אַ פּראָצעס. ער איז 10 פוס לאַנג, איבער 6 פוס הויך און 4 פוס 3 אינטשעס דיק. דיזע מאַסע וואָס וועגט 15 טאָן איז געפונען געוואָרען פון פּראָספּעקטאָרס אין 1902 אין א וואַלד

לעבען פאָרטלאַנד, מעין. איינער פון דיזע פּראָספּעקטאָרס האָט מיט גרויסע שוועריגקייט אַריבערגעשלעפּט דיזען מעטעאָר אויף זיין פארם; אָבער דער אייגענטהימער פון דעם אָרט, וואו דיזער שטיין איז געלעגען וועך ווייסט ווי לאַנג, האָט איהם געפאָדערט אַלס אַ טהייל פון זיין גרונט. זייער שטרייט האָט זיך געענדיגט מיט אַן ענטשיידונג פון סופרים קאָורט, אַז דער הימעל־שטיין געהערט צום בעל־הבית פון דעם פעלד, וואו מען האָט איהם געפונען. עהנליכע פּראָצעסען זיינען אויך פאָרגעקומען אין פראַנקרייך, נור דאָרטען האָט מען ענטשיעדען, אַז דער מעטעאָר געהערט צום מאַן, וואָס האָט דער ערשטער געזעהען איהם אַרונטערפאַלען.

ציינבונג 55.—אַ הימעל־שטיין, וואָס איז אַראָפּגעפאַלען אין אָרגעיל, פראַנקרייך, אין מאַי 1864.

עס האָט שוין אויך געטראָפען, אַז מענשען זיינען דער'הרג'עט געוואָרען דורך די דאָזיגע הימלישע געסט. אין 1827 איז אַ מאַן געטויטעט

געוואָרען אין אינדיען פון אַ שטיין, וואָס איז אַן אמת׳ער מעטעאָר. טהיילען פון דיזען שטיין געפינען זיך יעצט אין עטליכע מוזעאומס. אין בינעזישע כראָניקעס איז פערשריבען, אַז אַ הימלישער שטיין האָט צושמעטער׳ט אַ קארעטע און געטויטעט 10 פּערזאָן. דריי מע־נער זיינען געטויטעט געוואָרען פון מעטעאָרען אין ענגלאַנד אין 1876 און אין ארקענסאַ, יונייטעד סטייטס, אין 1886.

דעם 7טען מאַי 1618 האָט געטראָפען, אַז דער פּאַלעי דע זשוסטיס (געריכטס הויז) אין פּאַריז איז אָנגעצונדען געוואָרען דורך אַ פייער־ריגען מעטעאָר. אין דער פראנצויזישער שטאָדט טורין־לע־גראָס איז אַ מעטעאָר אַראָפּגעפאַלען אויף אַ ברוקירטע גאַס און איז דערביי אליין צוברעקעלט געוואָרען.

אַזוי ווי דריי־פיערטעל פון דער ערד איז בעדעקט מיט וואַסער, געפינען זיך וואהרשיינליך די מייסטע מעטעאָרען, וועלכע האָבען ווען עס איז געפונען אַ וועג צו אונזער ערד־קוגעל, אויף דעם גרונד פון ים.

יעדענפאַלס איז עס זיכער, אַז די ערד ווערט אַ ל ץ ג ר ע ס ע ר און ש װ ע ר ע ר דורך אַזעלכע הימלישע געסט. אָט ווי קליין און לייכט עס איז דער שטויב, אין וועלכען כמעט אַלע פאַלענדע שטערן ווערען אומגעוואַנדעלט ביי זייער פאַלען צו דער ערד, בשעת זיי שניי־דען דורך די לופט און ווערען צוגליהט און צושמאַלצען פון די היץ דורך רייבונג, מאַכט עס צוזאַמען אַ שעהן ביסעל טאָן יעדען טאָג. נאָך די רעכנונגען פון פּראָפעסאָר ניוקאָם און פון אַנדערע אַסטראָנאָמען ווערט די ערד ש װ ע ר ע ר דורך די הימלישע פייערווערק ווענינ־סטענס מיט ה ו נ ד ע ר ט ט ו י ז ע נ ד ט אָ ן י ע ד ע ס י אָ ה ר.

אין פערגלייך מיט דער מאַסע פון דעם ערד־קוגעל איז דאָס אַ קליינינקייט, אַזוי ווי אַ זאַמדעלע אויף אַ גרויסען באַרג. אָבער אַזוי ווי אונזער ערד־קוגעל איז אַלט הונדערטע מיליאָנען יאָהרען נאָך די בעווייזע און רעכנונגען פון געאָלאָגען, פיזיקער און נאַטור־פאָרשער בכלל, ווערט דער צו־וואַקס פון דער ערד דורך דעם קאָס־מישען אָדער מעטעאָרישען שטויב און הימעל־שטיינער אַלץ בעדייטענדער.

בקיצור, אונזער מוטער־ערד װ ו אַ ק ס ט אויך, לאַנגזאַם אפילו, אָבער שטענדיג. דאָס איז אונבעשטרייטבאַר. פון וואַנען די פאַלענדע שטערן זאָלען ניט קומען, פון צופלאַצטע פלאַנעטען אָדער פון געוויסע

צושמעטערטע קאָמעטען, ווי דאָס איז היינט אָנגענומען אין דער נאַ־טור־וויסענשאַפט, אָבער דער רעזולטאַט דערפון איז, אַז דער ערד־קוגעל ווערט דורך דעם אַלץ גרעסער און פאָלגליך אויך שווערער.

אויף די תויכע בערג, וועלכע זיינען אייביג בעדעקט מיט שנעע, האָבען נאַטור־פאָרשער צוזאַמענגעקליבען פיצעלעך שוואַרצע שטאָף, וועלכע זיינען, ווי מען האָט עס בעוויזען דורך מיקראָסקאָפּישע בע־טראַכטונגען און כעמישע אַנאַליזען, ניט אַנדערם ווי מ ע ט ע אָ־ר י ש ע ר ש ט ו י ב. די דאָזיגע פיצעלעך שטאָף ענטהאַלטען אין זיך מייסטענס אייזען, מאַגנעזיום, ניקעל, קאַרבאָן (קאָהלען), אַזוי ווי די גרויסע מעטעאָרען אָדער הימלישע שטיינער, וועלכע מען קען זעהן אין מוזעאומס.

די הימעל־שטיינער ווערען צוטהיילט אין דריי קלאַסען. צום ער־שטען קלאַס געהערען אַזעלכע וואָס טראָגען געוועהנליך דעם נאָמען „סידעריטען" און וואָס ענטהאַלטען כמעט אויסשליסליך אייזען, נעמ־ליך, פון 80 ביז 95 פּראָצענט אייזען און דאָס איבעריגע ניקעל. די אַנדערע קלאַסען ענטהאַלטען אַ צומישונג פון אַנדערע יסודות, ווי אַלו־מיניום, מאַגנעזיום, קאָבאַלט, פאָספאָר, שוועבעל, סאָדיום, פּאָטאַסיום, א. ז. וו. אין מאַנכע הימעל־שטיינער האָט מען געפונען אויך שפורען פון זילבער, גאָלד און פּלאַטינום.

זעהר אינטערעסאַנט און אויך וויכטיג פון אַ נאַטור־וויסענשאַפט־ליכען שטאַנדפּונקט איז דער פאַקט, אַז איינינע אַזעלכע הימעל־שטיינער ענטהאַלטען אין זיך ד י מ ע נ ט ע ן. צום ביישפּיעל, מען האָט געפו־נען דימענטען אין אַ מעטעאָריט, וואָס איז אַרונטערגעפאַלען אין 1886 לעבען נאָוואָ־אורעי, אין פענזער גובערניע, אויך אין אַ שטיין לע־בען קאַרגאַט (טשילי) און אין א י י ז ע ן לעבען דעם קראַטער פון אַן אַמאָליגען וואולקאַן אין אַריזאָנאַ. דער הימלישער אורשפּרונג פון דיזע מינעראַלען און פון די דימענטען וואָס זיינען קריסטאַליזירט אין זיי, איז אונצווייפעלהאַפט. מען ווייס נאָך ניט בעשטימט, ווי אַזוי דימענטען האָבען זיך דאָרט געבילדעט; אָבער מען נעהמט אָן, אַז דאָס איז געשעהען אויף אַזאַ אופן, ווי עס איז געלונגען געוויסע כע־מיקער, ספּעציעל דעם בעריהמטען פראַנצויז מ ו אַ ס אַ ן, צו בעקומען אין לאַבאָראַטאָריעס אמת'ע דימענטען פון ק אָ ה ל ־ ש ט אָ ף (קאַר־באָן אויף ענגליש), אָדער פּשוט געריבט, קויהלען.

אַז דימענטען, אָט די טהייערסטע, גלענצענדסטע און אנציהענד־סטע פון אַלע ערדעל־שטיינער, זיינען נור קריסטאַליזירטע שטיקלעך קויהלען, דאָס האָבען כעמיקער אויסגעפונען שוין גאַנץ לאַנג צוריק. מען קען פערברענען דימענטען פונקט ווי גראַפיט אָדער האָלץ־קויהלען, נור מען דאַרף דערצו האָבען אַ זעהר הויכע טעמפּעראַטור, ניט וועניגער פון 850 גראַד היץ. ווער עס האָט נור עפּעס אַ ידיעה אין כעמיע, דער ווייס אויך, ווי אַזוי מען צייגט, אַז דימענטען זיינען נור אַ געוויסע פאָרם אָדער געשטאַלט פון דעם יסוד קאָהל־שטאָף, וואָס איז דער פונדאַמענט פון אַלע אָרגאַ־ניזמען, פון אַלערליי חיות און פּלאַנצען, פון אַלעם בעלעבטעס אין דער נאַטור.

אָבער נאָכצומאַכען דיזען פּראָצעס פון דער נאַטור, צו נעהמען, לאָמיר זאָגען, אַ שטיקעל קויהל און דערפון ארויסקריגען אַפּילו אַ פּיצעלע דימענט — דאָס האָט מען ניט געקענט ביז מיט עט־ליכע יאָהר צוריק, ווי פיעל כעמיקער האָבען זיך ניט געמאַטערט. אויך היינט, נאָכדעם ווי מואסאַן האָט געצייגט דעם וועג, ווי אַזוי קינסטליך צו פאַבריצירען ריכטיגע דימענטען, געלינגט עס נור צו בעקומען אַזעלכע פּיצינקע דימענטלאַך, אַז דאָס האָט ניט עפּעס אַ פּראַקטישען ווערטה. מיט דער צייט וועט מען, וואהרשיינליך, אויך געפינען אַ מיטעל צו פאַבריצירען גרעסערע דימענטען, וואָס זאָלען וועגען עט־ליכע קאַראַט; אָבער יעדענפאַלס האָט די וויסענשאַפט אַזוי ארויס־געריסען נאָך אַ געהיימנים ביי דער שטומער נאַטור.

דערווייל האָט מען נאָך ניט געטראָפען אַזאַ הימעל־שטיין, וואָס זאָל ענטהאַלטען עפּעס אַ נייען יסוד, דאָס הייסט אַזאַ עלעמענט, וואָס געפינט זיך ניט אין דעם באָדען פון דער ערד. דאָס איז אַן אָנווייזונג, און דערפון מוז מען שליסען, אַז די הימלישע קערפּערס, פון וואַנען די הימעל־שטיינער שטאַמען, אונטערשיידען זיך ניט אין זייערע יסודות פון אונזער ערד־קוגעל.

אויך האָט מען ניט געפונען קיינע סמנים פון אָרגאַנישע זאַכען (דאָס מיינט: פון פּלאַנצען און חיות) אין די הימעל־שטיינער, וועלכע מען האָט ביז יעצט געפונען אויף דער ערד און גרינדליך אויסגע־פאָרשט און אַנאַליזירט; זאָ דאָס מיר האָבען קיינע פּאָזיטיווע בע־

ווייזע, אַז לעבעדיגע בעשעפּעניסען געפינען זיך אויסערהאלב אונזער ערד־קוגעל.

יעצט לאָמיר זיך בעקענען מיט'ן קוואַל פון ליכט, וואַרימקייט און לעבען אויף אונזער ערד, מיט דעם צענטער פון אַלע אויבען־בעשריע־בענע פּלאַנעטען און קאָמעטען, מיט דער זון גופא.

קאַפּיטעל 29.

ווי מען קען מעסטען די ווייטקייט פון דער זון.

קוקענדיג אויף דער זון, איז עס שווער זיך פאָרצושטעלען, ווי גרויס זי איז אין דער ווירקליכקייט. זי זעהט דאָך אויס ניט פיעל גרעסער פאר דער לבנה.

אַז די זון איז דער קוואַל פון ליכט און וואַרימקייט אויף דער ערד, דאָס האָבען שוין מענשען געפיהלט און אויך געוואוסט, ווען זיי זיי־נען געשטאַנען אויף אַ פיעל ניעדעריגערער גייסטיגער שטופע אפילו פאר די ווילדעסטע פון אונזער צייט. מיט איהר אויפגאנג און אונטערגאנג יעדען טאָג און מיט איהרע וואַנדערונגען און פּאָזיציעס אויפ'ן הי־מעל יעדען יאָהר, בעזאָנדערס מיט דער אויפלעבונג פון דער פּלאַנץ־וועלט אונטער איהרע ערקוויקענדע שטראַהלען אין פריהלינג, זיינען דאָך צוזאַמענגעפלאָכטען און צוזאַמענגעשמאָלצען געוואָרען אַלע מיטהאָלאָ־גישע מעשות, אַלע פאָלקס־פעסטליכקייטען, אַלע „הייליגע“ יום־טובים, אַלע „געטליכע מיסטעריעס“ און געצינדריענסטען, אַלע רעליגיאָנען בכלל.

„די געטליכע זון“ — שרייבט פלאַמאַריאָן — „דער מקור פון בלענ־דענדען שיין, פון וואַרימקייט, פון בעוועגונג, פון לעבען און פון שעהנ־הייט — צו איהר האָבען זיך אין אַלע צייטען געבוקט די דאַנקבאַרע שטערבליכע. דער אונוויסענדער בעוואונדערט איהר, ווייל ער פיהלט די ווירקונג פון איהר מאַכט און גלאַנץ; דער געלעהרטער שעצט איהר, ווייל ער האָט געלערענט צו וויסען איהר וויכטיגקייט אין אונזער וועלט־סיסטעם; דער אַרטיסט בעגריסט איהר, ווייל ער זעהט אין איהר פּראַכט די אורזאַכע פון אַלע האַרמאָניעס“.

„דיזער ריעזיגער שטערן איז באמת די הארץ פון דעם פּלאַנעטען־אָרגאַניזם. יעדע פון זיינע הימלישע פּולסען לאָזט זיך פיהלען אין דער ווייטענס, ביז צו אונזער קליינער ערד וואָס שוועבט אויף אַ קרייז 149 מיליאָן קילאָמעטער ווייט פון איהם; ביז צום נעפּטון, וואָס טראָגט זיך אויף אַ קרייז 4500 מיליאָן קילאָמעטער פון איהם; ביז צו די בלייכע קאָמעטען, וואָס וואַנדערען נאָך ווייטער פון איהם; ביז צו די שטערן, מיליארדען און מיליארדען קילאָמעטער אין אונענדליכען רוים; — יעדער פון די פּולסען פון דיזער פלאַמענדער הארץ שלאָגט אַרוים און פערשפּרייט גאָר אָהן אַ מאָס די ערקוויקענדע קראַפט, וואָס שאַפט לעבען און גליק אויף אַלע וועלטען. דיזע קראַפט טראָגט זיך אין וועלט־רוים מיט אַן אונגעהערטער שנעלקייט. עס דויערט בלויז 8 מינוט ביז די שטראַהלען שניידען דורך דעם אַבגרונד, וואָס טהיילט אונז אָפּ פון דיזען צענטראַלען שטערן. אונזער געדאַנק, ווי שנעל ער אַליין זאָל ניט פליהען, קען ניט בעגרייפען דייטליך דעם שפּרונג פון 300 טויזענד קילאָמעטער יעדע ס ע ק ו נ ד ע פון דער ליכט־בעוועגונג. און וואָס פאַר אַן ענערגיע עס ליגט אין דיזען צענטער! מיר האָבען שוין געהערט פון דער גרויס פון דער זון. איהר דיאַמעטער איז 108 און אַ האַלב מאָל לענגער פון אונזער ערד־קוגעל'ס דיאַמעטער. ניט ווע־ניגער פון 1,279,000 אַזעלכע קוגלען ווי אונזער ערד קענען זיך בע־האַלטען אין איהר. זי איז 324,000 מאָל ש ו ו ע ר ע ר פאַר אונזער ערד. ווי קען מען גאָר בענעהמען אַזעלכע גרויסקייטען?"

אָט דיזע אונגעהייערע מאַסע איז עס דער צענטער פון דער פּלאַ־נעטען־וועלט, וועלכע מיר האָבען בעטראַכט אין די פאָריגע קאַפּיטלעך. איהר גרויס אין פערגלייך מיט די גרעסערע פּלאַנעטען איז פאָרגע־שטעלט אויף דער צייכנונג 56. וואָס פאַר אַ פּיצעלע איז עס אונזער ערד אין פערגלייך מיט דיזען צענטער פון שיין, וואַרימקייט און לעבען!

ווי אַזוי קען מען עס אָבער דערגעהן? און ווי איז מען גאָר אין שטאַנד צו מאַכען אַזעלכע מעסטונגען, צו בעשטימען די לענג, ברייט, אומפאַנג, געוויכט, א. ז. וו. פון זאַכען אויף אַזעלכע ווייטקייטען?

דיזע פראַגען, וועלכע דער לעזער האָט געוויס ניט איינמאָל זיך געשטעלט און וועלכע זיינען שוין אָנגעריהרט געוואָרען אין פאָריגע קאַפּיטלעך, וועל איך דאָ יעצט פּרובירען פערענטפערען אַזוי ווייט, ווי דאָס לאָזט זיך אין אַ בוך איבער אַסטראָנאָמיע, וואָס ווערט גע־

ציייכנונג 56.—די זון אין פערגלייך מיט איהרע גרעסערע בעגלייטער.

שריבען פאר מענשען, וועלכע קענען בלויז אביסעל אריטהמעטיק און האבען אפשר גאר ניט געהערט פון די געזעצע פון א דרייעק, וואס עס איז דער אלף־בית פון ערד־מעסטונגען, אדער ווי מען רופט עס מיט גריכישע ווערטער, געאמעטריע.

אייגענטליך קענען מיר זיך פאלשטענדיג פערלאזען אויף די רע־

זולטאַטען פון אַלע אַסטראָנאָמישע רעכנונגען שוין צוליעב דעם אַליין, וואָס זיי צייגען זיך אַרויס ריכטיג אין די פּראָפעציהונגען וועגען ליקוי חמה, ליקוי לבנה, די בעוועגונגען פון פּלאַנעטען, ווי אויך פון קאָמעטען. מיר האָבען דאָך שוין אין פאָריגע קאַפּיטלעך געלערענט, ווי אַזוי די פּלאַנעט נעפּטון איז ענטדעקט געוואָרען ע ל פּ י ח ש ב ו ן, אויף דעם גרונד פון געוויסע אַסטראָנאָמישע מעסטונגען און אויסרעכנונגען, און אויך ווי אַזוי די בעוועגונגען פון האַלי'ס קאָמעט זיינען פאָראויס אויסגערעכענט געוואָרען. ווען אַסטראָנאָמען זאָגען אונז, למשל, אַז די זון איז 149 מיליאָן קילאָמעטער ווייט פון דער ערד, מעגען מיר עס זיי גלויבען אויף'ן וואָרט ניט נור דעריבער, ווייל זיי האָבען ניט עפּעס אַן אינטערעס דוקא אין דיזען ציפער, (עס פערשטעהט זיך דאָך, אַז זיי וואָלטען איבערגעגעבען אירגענד וועלכע רעזולטאַטען פון זייערע אויסמעסטונגען), זאָנדערן אויך, און דאָס איז דאָ די הויפּט-זאַך, ווייל ד אָ ס ש ט י מ ט מיט פערשיעדענע אַנדערע רעכנונגען און מיט דער גאַנצער זונען-סיסטעם.

אָבער אויב מיר קענען דאָ ניט נאָכפאָלגען די מאַטעמאַטיקער און אַסטראָנאָמען אין זייערע רעכנונגען, וועלען מיר וועניגסטענס זיך ב ע ק ע נ ע ן מ י ט ד י מ י ט ל ע ן א ו ן ו ו ע ג ע ן, וועלכע זיי האָבען אָנגעווענדעט דערצו. דיזע מיטלען זיינען גאָר ניט אַזוי שווער צו פערשטעהן און ניט אַזוי קונציג, ווי דאָס קען זיך דוכטען פון ערשטען בליק. זיי זיינען אַלע בעגרינדעט אויף געוויסע נ אַ ט י ר ל י כ ע ע ר ש י י נ ו נ ג ע ן, ווי מיר וועלען עס באַלד זעהען.

אין דער געשיכטע פון אַסטראָנאָמיע איז פערשריבען, אַז דער זעלבער גרויסער גריכישער אַסטראָנאָם אַ ר י ס ט א ר כ ו ס, וואָס האָט אויסגעדריקט די מיינונג, ווי דאָס איז שוין איבערגעגעבען געוואָרען אין אַ פאָריגען קאַפּיטעל, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון, האָט אויך פּרובירט אויסמעסטען די ווייטקייט צווישען די זון און די ערד. זיין מיטעל איז געווען אויסצומעסטען דעם ו ו י נ ק ע ל *)

*) וועגען די ווינקעל-מאָס זעה ביילאַגע A און אויך די קאַפּיטעל 9 (איבער די בעוועגונגען פון פיקסע שטערן) און 11 (איבער די ווייטקייטען פון פיקסע שטערן), וואו עס ווערט אויך ערקלערט, וואָס אַ פּאַראַלאַקס איז.

צווישען די זון און די לבנה בשעת די לבנה איז האַלב בעלויכטען; און אַזוי איז ער געקומען צ. שלוס, אַז די זון איז 20 מאָל ווייטער פון אונז פאַר דער לבנה (צו אַזא מערקווירדיגען שלוס איז ער אָבער געקומען דורך אַ צופעליגען טעות אין זיינע בעאָבאַכטונגען. אויספירליכער איז עס ערקלערט אין קאַפּיטעל 48, וואו דאָס איז פאָרגעשטעלט דורך די צייכנונג 113).

פּטאָלעמעאוס, און וואַהרשיינליך אויך היפּאַרכוס, די צוויי גרעסטע אַסטראָנאָמען פון דער גריכיש־רוימישער וועלט, האָבען אויך געמאַכט אַ פּערזוך צו בעשטימען די ווייטקייט פון דער זון. זיי האָבען זיך בענוצט מיט צוויי טהיילווייזע ליקוי לבנה'ס, שטיצענדיג זיך אויף דעם פּרינציפּ, דאָס וואָס ווייטער די זון איז פון דער ערד, אַלץ שמעלער וועט זיין דער שאָטען פון דער ערד אויף דער לבנה. ווי אַזוי פּטאָלעמעאוס האָט געמאַכט זיינע בעאָבאַכטונגען און אויסרעכנונגען, איז בעשריבען און ערקלערט אין זיין „אַלמאַגעסט". פאַר אונז וועט דאָ גענוג זיין צו וויסען די אונטערשטע שורה פון זיינע אויסרעכנונגען, נעמליך: אַז די ווייטקייט פון דער זון איז 1210 מאָל אַזוי לאַנג ווי דער ראַדיוס פון דער ערד.

ווי פאַלש דאָס איז, האָט זיך ארויסגעוויזען אין די נייע צייטען; אָבער אין מיטעל־אַלטער, ווען מען האָט אָנגענומען באמונה שלמה יעדען וואָרט פון „אַלמאַגעסט", האָט מען גאָר ניט פּרובירט צו מאַכען עפּעס אַ נייע מעסטונג פון דער זון'ס ווייטקייט. די זון איז אייגענטליך אַזוי ענטפערנט פון אונז, אַז אָהן דער הילפע פון אַ טעלעסקאָפּ קען מען עס גאָר ניט בעשטימען. דער געניאַלער קעפּלער און אַנדערע אַסטראָנאָמען פון זיין צייט האָבען איינגעזעהן, אַז די זון מוז זיין פיעל ווייטער, ווי פּטאָלעמעאוס האָט עס אויסגערעכענט, אָבער זיי האָבען אויך גאָר ניט געטראָפען.

די בעסטע און נעהענטסטע צום אמת אָבשאַצונג פון דער זון'ס ווייטקייט איז אין 17טען יאָהרהונדערט געמאַכט געוואָרען פון דעם שוין אונז בעקאַנטען האָלענדישען אַסטראָנאָם האַיהענס, דעם ענטדעקער פון סאַטורן'ס רינגען. זיין מיטעל איז בעשטאַנען אין אויסמעסטען די דיאַמעטערס פון מאַרס און ווענוס און אין דער השערה, אַז דער דיאַמעטער פון דער ערד איז דער מיטעלסטער פון

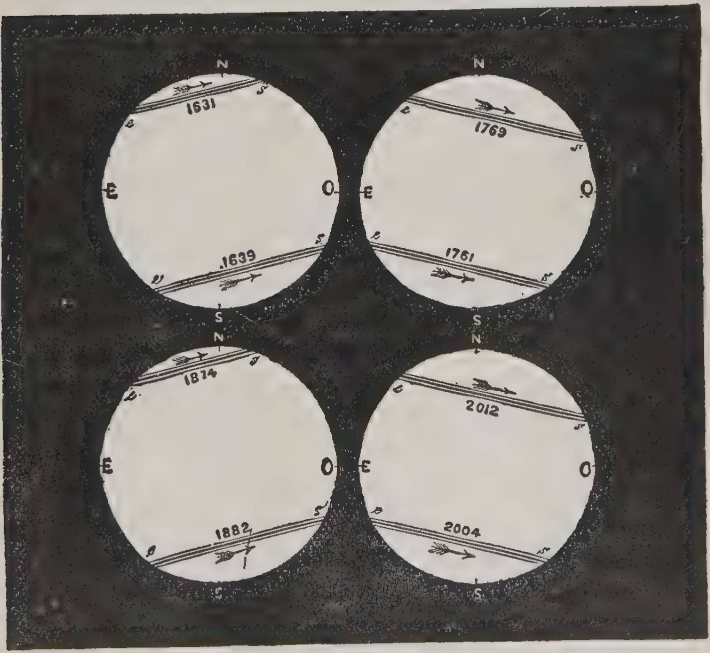
זייערע. אַזוי איז ער געקומען צום שלוס, אַז די זון איז 160 מיליאָן קילאָמעטער ווייט פון דער ערד, וואָס עס איז שוין געווען צו פיעל.

אין דער צווייטער העלפט פון 17טען יאָהרהונדערט איז צוערשט אַנגעווענדעט געוואָרען גאָר אַ נייער מיטעל צו דערגעהן די ווייטקייט פון דער זון. דיזער מיטעל איז בעשטאַנען אין אויסמעסטען דעם פּאַראַלאַקס פון מאַרס בשעת דיזע פּלאַנעט געפינט זיך אַם נעהענטסטען צו אונז. אין 1672 האָבען פראַנצויזישע אַסטראָנאָמען בעאָבאַכטעט די פּאָזיציעס פון מאַרס אין קאַיען (די הויפּט־שטאָדט פון דער פראַנצויזישער קאָלאָניע אין זיד־אַמעריקא) און אין דער פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע. דער אונטערשיעד אין די שיינבאַרע פּאָזיציעס פון דיזער פּלאַנעט אין דיזע צוויי ערטער האָט זיי געגעבען אַ געוויסען ווינקעל, אום צו קענען דערפון אויסרעכענען איהר פּאַראַלאַקס. און האָבענדיג אַזוי מאַרס'עס פּאַראַלאַקס, האָט שוין דער גרויסער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם קאַסיני געקענט אויסרעכענען דעם פּאַראַלאַקס פון דער זון. די אונטערשטע שורה פון זיינע רעכנונגען איז געווען, אַז די ווייטקייט פון דער זון איז גלייך צו דער לענג פון 21,600 האַלבע דיאַמעטערס (ראַדיוסען) פון דער ערד. אַסטראָנאָמיש גערעדט מיינט עס, אַז דער זון'ס פּאַראַלאַקס איז 9 און 5־צעהנטעלעך סעקונדען (זעה ביילאַגע א).

נור דער בעריהמטעסטער פון אַלע מיטלען צו בעשטימען די ווייטקייט פון דער זון איז דורך די טראַנזיטס פון דער ווענוס, וועגען וועלכע עס איז שוין גערעדט געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל איבער דיזע פּלאַנעט. דאָ וועלען מיר איבערגעבען ווי אַזוי מען בענוצט זיך מיט דיזער זעלטענער הימלישער ערשיינונג פאַר אַזאַ העכסט־וויכטיגע אַסטראָנאָמישע אויסמעסטונג, ווי די ווייטקייט פון דער זון.

מיט דער גרעסטער גענויאיגקייט איז אין אונזערע צייטען אויסגערעכענט געוואָרען, ווען די שעהנע ווענוס דאַרף פאַרביימאַרשירען אַנטקעגען דער זון אַזוי, אַז איהר שאָטען זאָל מען קענען בעמערקען פון געוויסע ערטער אויף דער ערד. אָבער ביז קעפּלער'ס צייט האָט מען אייגענטליך גאָר ניט געוואוסט דערפון. דיזער גרויסער זשעניע האָט אַזוי אויסגעבעסערט די אַסטראָנאָמישע טאַבעלען פון זיין צייט, אַז ער האָט שוין געקענט פאָראויסזאָגען, דאָס דעם 6טען דעצעמבער 1631 וועט פאָרקומען אַ טראַנ־

זיט פון דער ווענוס. אַזוי איז עס טאַקע געוועזן. אָבער אין אייראָפּא האָט מען עס ניט געקענט בעמערקען, ווייל דיזע ערשיינונג האָט זיך דאָרטען אָנגעפאנגען נאָך זונען־אונטערגאַנג און האָט זיך געענדיגט פאר זונען־אויפגאַנג. קעפּלער האָט דאַן פאָראויסגעזאָגט, אַז ערשט אין 140 יאָהר אַרום, נעמליך אין 1761, וועט פאָרקומען ווידער אַזאַ טראַנזיט.



ציכנונג 57.—8 טראַנזיטס פון דער ווענוס (פון 1631 ביז 2012)

לאָמיר אַגב וויסען, אַז צוליעב די פערשיעדענע וואַנדערונגען פון דער ערד און פון דער ווענוס אויף זייערע אָרביטען, קען עס טרעפען בלויז 4 מ אָ ל אין 243 יאָהר, אַז די ווענוס זאָל מאַכען איהר פּאַ־סאַזש אָדער טראַנזיט צווישען די ערד און די זון אַזוי, אַז מיר זאָלען

קענען בעמערקען איהר שאָטען אויף דער אָבערפלעך פון דער זון. די צווישען־יאָהרען זיינען אָבער ווייט ניט גלייכע, אָבוואָהל זעהר רעגעלמעסיגע, נעמליך אַזוי, ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 57.

מיר האָבען דאָ פערצייכענט 8 טראַנזיטס. די 4 ווייסע קרייזען שטעלען פאָר די זון, און די גלייכע ליניעס אויף יעדען פון דיזע קרייזען מאַרקירען די ריכטונגען אָדער ווענדונגען פון ווענוס'עס שאָטען, ווען דיזע פלאַנעט וואַנדערט פארביי די זון אַזוי, אַז מיר זאָלען דיזען שאָטען קענען דערזעהען דורך טעלעסקאָפען.

נון, די אינטערוואַלען אָדער צווישען־צייטען זיינען אַזעלכע, אַז איין מאָל, נעמליך: צווישען דעם טראַנזיט אויבען (אין נאָרד) און דעם טראַנזיט אונטען (אין זיד), אויף דעם קרייז צו דער לינקער האַנד געהען פאָראיבער 8 יאָהר (פון 1631 ביז 1639); נאָכהער נעהמט עס שוין קנאַפע 122 (גענויער 121½) יאָהר, ביז דער טראַנזיט קומט פאָר ווידער אויף דעם זידליכען טהייל פון דער זון (פון 1639 ביז 1761), און דאַן דויערט עס שוין נאָך אַמאָל בלויז 8 יאָהר ביז דער טראַנזיט פאַסירט אויף דעם נאָרדליכען טהייל פון דער זון (פון 1761 ביז 1769).

מיר זעהען דאָ אַזוי פערצייכענט 4 ווענוס טראַנזיטס אין אַ משך פון 138 יאָהר (פון 1631 ביז 1769); אָבער ביז עס פאַנגט זיך אָן נאָך אַזאַ טראַנזיט ווי אין 1631, דויערט עס 105 יאָהר (נעמליך, ביז 1874). נאָכהער פאָלגען שוין די טראַנזיטס אין דער זעלבער אָרדנונג און אין די זעלבע אינטערוואַלען, ווי אין דעם ערשטען פעריאָד (נעמליך: אין 1874, אין 1882, אין 2004 און אין 2012, ווי אויף די 2 אונטערסטע קרייזען פון צייכנונג 57).

פון איין פעריאָד מיט 4 ווענוס־טראַנזיטס ביז דעם אַנדערען מיט 4 ווענוס־טראַנזיטים געהען, אַלזאָ, פערביי 243 יאָהר (פון 1631 ביז 1874). דער נעקסטער אַזאַ פעריאָד וועט זיך אָנפאַנגען אין 2117 און וועט דויערען פונקט אַזוי פיעל צייט. מען קען אַזוי אויסרעכענען די טראַנזיטס פון דער ווענוס מיט וויפיעל יאָהרען מען וויל אין דער פערגאַנגענהייט און אין דער צוקונפט. אַזוי לאַנג ווי די ערד און די ווענוס וועלען זיך דרעהען אויף זייערע אָרביטען אַרום דער זון לויט די אייביגע נאַטור־געזעצע, אַזוי לאַנג וועלען אַלץ פאָרקומען 4 טראַנזיטס

פון דער ווענוס אין אזעלכע פעריאָדען ווי אויף דער צייכנונג 57, און ניט מעהר

יעצט לאָמיר זיך אומקעהרען צו קעפּלער'ס נבואה וועגען א ווענוס־טראַנזיט אין 1761. צו דער צייט האָט שוין די וויסענשאַפטליכע אסטראָנאָמיע ריעזיג פּראָגרעסירט דורך ניוטאָן'ס ענטדעקונג פון גראַוויטאַציאָן און דורך די אָנווענדונג פון טעלעסקאָפּען צו הימלישע מעסטונגען. מען האָט אַזוי געקענט בעשטימען מיט גרעסערע פּינקטליכקייט גאַנץ קליינע ווינקלעך און דורך דעם אויסרעכענען אַלץ גענויער די ווייטקייטען און גרויסקייטען פון פּלאַנעטען.

דער אינטערעס פון דער אַסטראָנאָמישער וועלט אין אַזאַ זעלטענער ערשיינונג ווי אַ טראַנזיט פון דער ווענוס, איז דאַן פיעל פערגרעסערט געוואָרען דורך אַ פאָרשלאַג פון דעם אַסטראָנאָם ה א ל י, וועלכער האָט זיך אונשטערבליך געמאַכט מיט זיינע אויסרעכנונגען וועגען קאָמעטען. ווען ער איז אַלט געווען בלויז 22 יאָהר (און דאָס איז געווען אין 1678), איז איהם אַרויף אויף די געדאַנקען צו בענוצען זיך מיט די טראַנזיטס פון דער ווענוס פאַר די אויסרעכנונג פון דער זון'ס ווייטקייט. אָבער ערשט אין 1691 האָט ער עס בעקאַנט געמאַכט און רעקאָמענדירט דיזען מיטעל צו די צוקונפטיגע אַסטראָנאָמען, וועלכע וועלען האָבען דעם מזל צו בעאָבאַכטען אין 1761 דיזע זעלטענע און בעלעהרענדע ערשיינונג.

עס איז גענוג צו קענען אביסעל געאָמעטריע אום צו פערשטעהן דעם פּרינציפּ פון האַלים מיטעל; אָבער מען האָט פון דעסטוועגען בעדאַרפט זיין אַזאַ גרויסער מאַטעמאַטיקער ווי האַלי איז עס געווען, אום צו פאַלען אויף אַזאַ פּלאַן און אָנצוצייגען דעם וועג.

אַזוי ווי די ווייטקייט פון דער זון איז דער פונדאַמענט פון אַלע אַנדערע אַסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען, אָדער מיט פלאַמאַריאָן'ס ווערטער, „דער מ ע ט ע ר פון דער וועלט־סיסטעם", און אַזוי ווי האַלי'ס מיטעל איז אָנערקענט געוואָרען צווישען אַסטראָנאָמען פאַר אַ זעהר גוטען און מעהר פּינקטליכען פאַר אַלע פריהערע מעסטונגס־מיטלען, האָט מען אין ציוויליזירטע לענדער בעצייטענס געמאַכט פאָרבערייטונגען, אום צו קענען מאַכען בעאָבאַכטונגען אין פ ע ר ש י ע ד ע נ ע ט ה י י ל ע ן פ ו ן ד ע ר ע ר ד, ווען דער לאַנג־ערוואַרטעטער

טאָג פון ווענוס'עס טראַנזיט, נעמליך: דער 5טער יוני 1761, וועט קומען.

פון פראַנקרייך זיינען ארויסגעשיקט געוואָרען 3 אַסטראָנאָמישע עקספעדיציעס: איינע נאָך פּאָנדישערי (אַ פראַנצויזישע קאָלאָניע אין אינדיען), אַ צווייטע נאָך ראָדריגעץ אינזעל (אויף דעם אינדישען אָקעאַן, ניט ווייט פון מאַדאַגאַסקאַר) און אַ דריטע נאָך טאָבאָלסק, אין סיביר. פון ענגלאַנד זיינען געשיקט געוואָרען צוויי עקספּעדיציעס, איינע נאָך סומאַטראַ (אַ גרויסער אינזעל וואָס געהערט צו האָלאַנד און געפינט זיך אין זיד־אָסט פון אזיען) און אַ צווייטע נאָך סענט העלענאַ (אַ אינזעל ניט ווייט פון די זיד־וועסטליכע ברעגען פון אַפריקאַ, וואָס איז בעריהמט געוואָרען זייט די ענגלענדער האָבען דאָרטען געהאַלטען אין געפאַנגענשאַפט נאַפּאָלעאָן'ען דעם ערשטען ביז זיין טויט). דענמאַרק, שוועדען און רוסלאַנד האָבען דאַן אויך געשיקט עקספּעדיציעס נאָך פערשיעדענע פונקטען אין אייראָפּאַ און אזיען, דאָרטען וואו מען האָט ערוואַרטעט, לויט אויסרעכנונגען, צו קענען אָם בעסטען בעאָבאַכטען דיזע זעלטענע ערשיינונג.

אָבער צוליעב דער מלחמה, וועלכע טראָגט אין דער וועלט־געשיכטע דעם נאָמען „זיעבען־יעהריגע" (זי האָט זיך געצויגען פון 1756 ביז 1763, צווישען פראַנקרייך, עסטרייך און רוסלאַנד פון איין זייט און ענגלאַנד און פרייסען פון דער אנדער זייט), זיינען די פראַנצויזישע און אויך ענגלישע עקספעדיציעס זעהר פיעל געשטערט געוואָרען.

אַ בעזאָנדערס טרויעריגען אָבשניט האָט געהאַט דורך דיזער מלחמה דער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם מיט'ן נאָמען לע זשענטיל. זיין רייזע נאָך פּאָנדישערי איז אַזוי געשטערט געוואָרען דורך ענגלישע קריעגשיפען, אַז ער איז נעבעך אָנגעקומען אַהין נאָכדעם ווי די ווענוס האָט געמאַכט איהר שפּאַצירגאַנג אַנטקעגען די זון. דאַן האָט ער בעשלאָסען צו וואַרטען אין פּאָנדישערי 8 יאָהר ביז דעם נעקסטען טראַנזיט פון דער ווענוס (זעה צייכנונג 57). ער האָט אויסגערעכענט, אַז ער וועט קענען בעאָבאַכטען דאָרטען דיזע ערשיינונג אין 1769 און האָט געמאַכט די בעסטע פּאָרבערייטונגען נאָך די מיטלען אונטער דער האַנד. די וועטערס אין דיזען טהייל פון אינדיען זיינען געוועהנליך טרוקענע אין יוני, ווען דער טראַנזיט האָט געזאָלט פּאָרקומען, און דער פערוואָגעלטער אַסטראָנאָם האָט זיך די גאַנצע צייט געטרייסט מיט דער

האָפנונג, אַז איהם וועט ענדליך געלינגען צו ערפילען זיין הייסען וואונש. אָבער שטעלט זיך פאָר זיין ערגערנעס און האַרץ־וועהטאָג, ווען גראַדע אין דעם טאָג פון דעם טראַנזיט איז דאָרטען דער הימעל פערוואָלקענט געוואָרען (עס האָט גראַדע אויסגעבראָכען אַ שטורם) און עס איז ווידער קלאָר געוואָרען בלויז עטליכע מינוט נ אָ ך ד י ז ע ע ר ש י י נ ו נ ג!

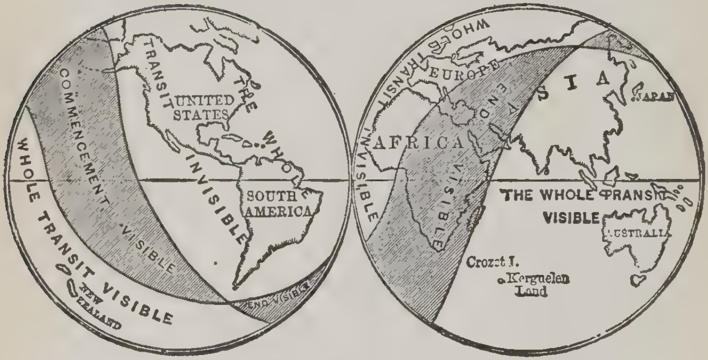
דערמיט האָבען זיך נאָך ניט געענדיגט זיינע צרות. אויף דעם נעקסטען ווענוס־טראַנזיט, וועלכער האָט געזאָלט פאָרקומען אין 105 יאָהר אַרום (אין 1874), האָט ער שוין, נאַטירליך, ניט געקענט וואַרטען. ער האָט דאַרום בעשלאָסען צו פאָהרען צוריק נאָך פראַנקרייך; אָבער אויפ'ן וועג האָבען איהם ווידער געטראָפען סבות (ער איז 2 מאָל שיער דערטרונקען געוואָרען דורך זינקונגען פון שיפען), און אַז ער האָט שוין דערלעבט ווידער צו זעהען פאַריז, האָט ער אויסגעפונען, דאָס זיין פּלאַץ אין דער אַקאַדעמיע פון וויסענשאַפטען איז פערנומען געוואָרען פון אַן אַנדערען, ווייל מען האָט געמיינט, אַז ער האָט זיך שוין אין גאַנצען געזעגענט מיט דיזער זינדיגער וועלט!

אַנדערע אַסטראָנאָמען האָבען דאַן געהאַט דעם מזל צו זעהען דייט־ליך דיזען טראַנזיט און צו מאַכען די נויטהיגע מעסטונגען, אום דערפון אויסצורעכענען די ווייטקייט פון דער זון. די אונטערשיעדען אין זיי־ערע לעצטע שורות זיינען אָבער געווען צו גרויסע, זאָ דאָס די אַסט־ראָנאָמישע וועלט איז ווידער געבליבען אין אונזיכערהייט וועגען די לענג פון דיזען „מעטער פון דער וועלט־סיסטעם", און מען האָט דאַ־רום אויסגעקוקט אויף דעם נעקסטען טראַנזיט אין 1769. ווידער האָבען פערשיעדענע לענדער אַרויסגעשיקט אַסטראָנאָמישע עקספּעדיציעס נאָך בעשטימטע ערטער און ווידער האָט מען נאָכגעשפּירט דיזע זעלטענע ערשיינונג און געמאַכט די רעכנונגען אויף דעם גרונד פון בעאָבאַכטונ־גען און אויסמעסטונגען מיט דער הילפע פון די בעסטע אינסטרומענטען פון יענער צייט.

שטיצענדיג זיך אויף דיזע אַלע בעאָבאַכטונגען און אויסמעסטונגען האָט דער בעריהמטער דייטשער אַסטראָנאָם ע נ ק ע אויסגערעכענט, אַז דער פּאַראַלאַקס פון דער זון איז 8 און 57־הונדערטלאָך סעקונדע (8.75"). אָבער אויף דעם גרונד פון אַנדערע רעכנונגען און בעזאָנדערס נאָך די פיעל פּינקטליכערע בעאָבאַכטונגען פון די ווענוס־טראַנזיטס

אין 1874 און 1882, האָט מען אויסגעפונען, אַז דיזער פּאַראַלאַקס איז צווישען "8.80 און "8.86 — אַ אונטערשיעד בלויז אין אַ פּאָר הונדערטעלעך פון אַ סעקונדע־ווינקעל*).

פאַרבערייטונגען צו דיזע 2 טראַנזיטס האָט מען אָנגעהויבען צו מאַכען אין אייראָפּאַ און אויך אין יונייטעד סטייטס מיט עטליכע יאָהר פריהער. מען האָט אויסגעאַרבייט פּלענער ווי אַם בעסטען צו בעקומען די פּינקטליכסטע רעזולטאַטען. די טהיילען פון דער ערד, וואו מען האָט געקענט זעהען דעם טראַנזיט אין 1874 זיינען אָנגעמערקט אויף דער צייכנונג 58, וועלכע שטעלט פאָר די מזרח'דיגע און מערב'דיגע העלפט פון ערד־קוגעל. אין דער גאַנצער נייער וועלט האָט מען ראן



צייכנונג 58.—קאַרטע פון ערד־קוגעל מיט אָנווייזונגען, וואו מען האָט געקענט זעהען אין גאַנצען אָדער טהיילווייז ווענוס'עס טראַנזיט אין 1874.

גאָר ניט געקענט זעהען דיזע זעלטענע ערשיינונג. אַם בעסטען האָט מען געקענט זעהן דעם טראַנזיט אין גאַנץ אויסטראַליען און אין דעם גרעסטען פון וועסט־אַפריקא, און גאַנץ אויסטראַליען און אין דעם גרעסטען טהייל פון אַזיען (יאַפּאַן אריינגערעכענט). אַסטראָנאָמען פון פערשיעדענע לענדער האָבען צווישען זיך פערטהיילט די פּאַסענדע ערטער פאַר

*) אויב דער לעזער געדענקט ניט פון פריהערע קאַפּיטלעך, וואָס אַזעלכע ווינקלעך בעדייטען, זאָל ער איבערלעזען די ביילאַגע A איבער דער ווינקעל־מאָס.

בעאָבאַכטונגען אין דער צייט פון ווענוס'עס טראַנזיט. די אַמעריקאַנער אַסטראָנאָמען האָבען דאַן געמאַכט זעהר וויכטיגע בעאָבאַכטונגען אין 8 ערטער פון אַזיען און אויסטראַליען. אין אייניגע ערטער איז אָבער דער וועטער גאָר ניט גינסטיג געוועזען פאַר אַזעלכע בעאָבאַכטונגען. די בעסטע רעזולטאַטען האָט מען דאַן בעקומען אין דער כינעזישער הויפט־שטאָדט פעקין.

דעם נעקסטען טראַנזיט (אין 1882) האָט מען שוין געקענט בעאָבאַכטען אין גאַנץ אַמעריקא, אַט ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 59. בלויז אין די טהיילען, וואָס זיינען מאַרקירט מיט דונקעלע שטריכען, האָט מען דאַמאָלס גאָר ניט געקענט זעהען דעם טראַנזיט. אין אייראָפּא און אין אפריקא האָט מען געקענט זעהען בלויז דעם אָנפאַנג פון דיזער ערשיינונג.

צו די נעקסטע צוויי טראַנזיטס פון דער ווענוס, וועלכע וועלען פאָרקומען אין 2004 און 2012, ווי שוין אויבען בעמערקט, וועט מען געוויס מאַכען נאָך גרעסערע פאָרבערייטונגען אין אַלע ציוויליזירטע לענדער און מען וועט געוויס אויך האָבען בעסערע טעלעסקאָפּען און מעסטונגס־אינסטרומענטען, אום צו קענען נאָך פּינקטליכער בעשטימען דעם פּאַראַלאַקס פון דער זון. אָבער דער אונטערשיעד וועט, העכסט וואָהרשיינליך, ניט זיין אַ גרויסער אין פערגלייך מיט די פּאַראַלאַקסען, וואָס זיינען בעשטימט געוואָרען אויף דעם גרונד ניט בלויז פון די ביז־יעצטיגע ווענוס־טראַנזיטס, זאָנדערן אויך פון אַ נ ד ע ר ע מ ע ס ־ ט ו נ ג ס ־ מ י ט ל ע ן, וועלכע וועלען בעשפּראָכען ווערען אין נעקסטען קאַפּיטעל.

דאָ, צום שלוס פון דיזען קאַפּיטעל, וועט זיין גענוג איבערצוגעבען די רעזולטאַטען פון די פערשיעדענע בעאָבאַכטונגען און מעסטונגען אין דער צייט פון די לעצטע צוויי ווענוס־טראַנזיטס. גרויסע מאַטעמאַטיקער און אַסטראָנאָמען האָבען נעמליך אויסגערעכענט אויף דעם גרונד פון אַלע בעאָבאַכטונגען אין 1874, אַז דער פּאַראַלאַקס פון דער זון איז 8 און 85־הונדערטלעך סעקונדע (8.85"). און אויף דעם גרונד פון אַלע בעאָבאַכטונגען אין 1882, אַז דיזער פּאַראַלאַקס איז 8 און 82־הונדערטלעך סעקונדע (8.82"). דער אונטערשיעד איז, אַלזאָ, בלויז 3־הונדערטלאַך סעקונדע.

צייכנונג 59.—קאַרטע פון ערד־קוגעל מיט אָנווייזונגען, וואו מען האָט גע־קענט זעהען אין גאַנצען אָדער טהיילווייז ווענוס'עס טראַנזיט דעם 6 דעצ. 1882.

פון ערשטען בליק שיינט עס גאָר אַ קליינינקייט. וואָס פאַר אַ ווערדע האָט עס, דוכט זיך, אַ ווינקעל פון אַ הונדערטעל פון אַ סעקונדע? אָבער ווען מען נעהמט אין אַנבעטראַכט די איינגעהייערע ווייטקייט פון דער זון און מען ווייס עפּעס וועגען די ווינקעל־מאָס בכלל, אַפילו בלויז אַזוי פיעל ווי דאָס איז ערקלערט אין דער ביילאַגע „א“ (לייענט עס טאַקע איבער אויפמערקזאַם, לעזער), פערשטעהט מען, אַז ניט נור אַ הונדערטעל, זאָנדערן אַפילו אַ טויזענדעל פון אַ סעקונדע־ווינקעל בעדייטעט טויזענדע קילאָמעטער.

אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט איז היינט אָנגענומען, אַז דער פּאַראַלאַקס פון דער זון איז 8 און 86־הונדערטלעך סעקונדע (8.86″). וואָס מיינט עס אויף אַ ניט־אַסטראָנאָמישען לשון? דאָס מיינט אַ ווייטקייט פון 148,317,000 קילאָמעטער. ווען אָבער מען זאָל אָננעהמען, אַז דער פּאַראַלאַקס פון דער זון איז בלויז מיט איין הונדערטעל פון אַ סעקונדע קלענער, וועט שוין איהר ווייטקייט אויסקומען מיט 168 טויזענד קילאָמעטער מעהר. און ווען מען זאָל אָננעהמען, אַז דער פּאַראַלאַקס פון דער זון איז מיט 6־הונדערטלעך סעקונדע קלענער (נעמליך: 8.80″), וועט שוין איהר ווייטקייט אויסקומען 149,330,000 קילאָמעטער. אַן ענדערונג פון אַ הונדערטעל־סעקונדע אין דעם זונען־פּאַראַלאַקס בעדייטעט אַן אונטערשיעד אין אונגעפעהר 170,000 קילאָמעטער.

אָט וואָס עס מיינט אַן אונטערשיעד פון אַ הונדערטעל סעקונדע אין דעם פּאַראַלאַקס פון דער זון, אָדער מיט פּשוט'ערע ווערטער, אין דעם ווינקעל וואָס קאָרעספּאָנדירט צום האַלבען־דיאַמעטער פון דער ערד, ווען מיר וואָלטען געקוקט אויף אונזער ערד־קוגעל שטעהענדיג אין צענטער פון דער זון.

אויב נאָך אַלע ערקלערונגען אין דיזען קאַפּיטעל און ספּעציעל אין דער ביילאַגע „א“, ווי אויך אין די קאַפּיטלען 9 און 11, איז עס דאָך שווער פאַר אייך, ליעבער לעזער, אָהן עפּעס אַ ידיעה אין געאָמעטריע, צו פערשטעהן, וואָס עס איז אַזוינס אַ ווינקעל־מאָס און ספּעציעל וואָס עס איז אַזוינס אַ פּאַראַלאַקס, דאַן בלייבט אייך נאָר צו גלויבען אויפ'ן וואָרט די אַסטראָנאָמען, ווען זיי לאָזען וויסען, אַז נאָך זייערע מעסטונגען און רעכנונגען קומט עס אויס, אַז די זון איז אין

רונדע ציפער 149 מיליאָן קילאָמעטער (אָדער אויב איהר ווילט עס האָבען אין ענגליש־אמעריקאַנער מאָס—92½ מיליאָן מייל) ווייט פון אונז. אַז איהר מעגט זיי גלויבען אין דעם, ווייסט איהר דאָך שוין פון די ער־קלערונגען אין פאָריגע קאַפּיטעלעך. דער פאַקט אַליין, אַז זיי, די אַסט־ראָנאָמען, ווייסען פאָראויס אין וועלכע ערטער מען קען זעהען אַ טראַנזיט פון דער ווענוס און אין וועלכע גאָר ניט, אָדער נור טהיילווייז — דיזער פאַקט איז אויך אַ בעשטעטיגונג, אַז זייערע אויס־רעכנונגען וועגען ווייטקייטען פון הימלישע קערפּערס זיינען ריכטיג.

עס ווילט זיך אָבער אויך פערשטעהן עפּעס, ווי אַזוי מען קומט צו אַזעלכע אויסרעכנונגען, און דארום ווערען דאָ געגעבען אַט אַזעלכע ערקלערונגען, ווי אין דיזען קאַפּיטעל, מיט דער האָפנונג, אַז דער דורכשניטליכער אידישער לעזער וועט עס פערשטעהן, ווען ער זאָל זיך אַביסעל אַריינטראַכטען אין דיזען הויכען „הימלי־שען" ענין, וועלכער האָט אויך אַן אונגעהייער גרויסע פּראַקטי־שע בעדייטונג, אַט ווי, למשל, פאַר צייט־רעכנונגען און פאַר ים־פאָהרעריי.

קאַפּיטעל 30.

פערשיעדענע וועגען אויסצומעסטען און אויסצו־רעכענען די ווייטקייט פון דער זון.

אין אונזערע צייטען זיינען אַסטראָנאָמען געקומען אויף גאַנץ אונאַבהענגיגע און פערשיעדנאַרטיגע וועגען צו מערקווירדיג און, מען קען זאָגאַר זאָגען, וואונדערליך ענליכע רעזולטאַטען איבער דער ווייטקייט פון דער זון, צו אַזעלכע רעזולטאַטען, וועלכע אונטערשיידען זיך איינער פון דעם אַנדערען, ווי אויך פון די אויס־מעסטונגען אויף דעם גרונד פון די אין פאָריגען קאַפּיטעל בעשריבענע טראַנזיטס פון דער ווענוס, בלויז אין הונדערטלאַד פון אַ סעקונדע־ווינקעל.

צוויי פון דיזע וועגען זיינען געבויט אויף דער שנעלקייט פון זונען־שיין אָדער, איז אַלגעמיין, פון ליכט. די אַנדערע זיי־

גען בעגרינדעט אויף בעאָבאַכטונגען פון די בעוועגונגען פון דער לבנה און פון מאַרס און אויף מאַטעמאַטישע רעכנונגען, ווי מיר וועלען עס באַלד זעהען.

איינער פון די אינטערעסאַנטסטע און אויך פּינקטליכסטע מיטעל צו בעשטימען די ווייטקייט, וועלכע טהיילט אונז אָפּ פון דער זון, איז דורך די לבנות פון יופּיטער. דערצו איז נויטהיג צו וויסען די שנעלקייט, מיט וועלכער ליכט וואַנדערט. דאָס האָבען אַזעלכע בעריהמטע פיזיקער, ווי פוקאָ, פיזאָ, קאָרניו און ניוקאָם, אויסגעפונען נאָך אַ רייהע עקספּערימענטען. ווער עס האָט נאָר עפּעס געלערענט פיזיק, נעמליך, דעם טהייל איבער ליכט, וואָס מען רופט געוועהנליך אָפּטיקס, דער ווייס פון דיזע עקספּערימענטען. דאָ קענען מיר זיך ניט אָבשטעלען דערויף, ווייל דאָס פאָדערט אַ סך ערקלערונגען און דאָס וועט אונז אוועקפיהרען אין צו־ווייטע זייטיגע דרכים. מיר וועלען דאַרום אָננעהמען דעם רעזולטאַט פון אַלע אַזעלכע פּראָבעס, און דאָס איז נעמליך, אַז ליכט טראָגט זיך מיט אַ שנעלקייט פון 300,000 קילאָמעטער אין דער צייט פון אַ סעקונדע.

ווען מען זאָל נור קענען געפינען אַ מיטעל צו בעשטימען, ווי פיעל צייט עס נעהמט אַ זונען־שטראַהל צו דערגרייכען ביז צו דער ערד, דאַרף מען דאָך גאָר קיין אַסטראָנאָם ניט זיין אויסצורעכענען דערפון די ווייטקייט פון דער זון. עס איז דאַן גענוג צו קענען איינפאַכע אַריטהמעטיק. אָט, נאָך פיעלע בעאָבאַכטונגען האָבען אַסטראָנאָמען בעשטימט, אַז עס נעהמט אַרום 498 סעקונדען ביז אַ שטראַהל פון דער זון שניידעט דורך דעם וועג צו אונזער ערד. דאַן בלייבט נאָר צו כפל'ען די שנעלקייט פון ליכט פּער סעקונדע אויף דיזער צאָהל סע־קונדען, נעמליך, 498 מאָל 300.000 קילאָמעטער, וואָס עס מאַכט 149,400,000 קילאָמעטער. און דאָס איז, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פריגען קאַפּיטעל, די ווייטקייט פון דער זון.

ווי אַזוי, אָבער, קענען מיר אויסגעפינען, ווי לאַנג עס נעהמט ביז אַ שטראַהל פון דער זון דערגרייכט צו אונז? דערויף גיבען אונז אַן אַנט־וואָרט די לבנות פון יופּיטער. און דאָס איז אין גרונד ווידער גאָר ניט אַזוי שווער און וואונדערליך, ווי דאָס דוכט זיך פון ערשטען בליק. מען דאַרף נור געדולדיג און גענוי בעאָבאַכטען די בעוועגונגען פון

דיזע לבנות, אום אויסצוגעפינען, אַז צווישען דער צייט, בשעת מען בעמערקט יופּיטער'ס אַ לבנה אין אַ געוויסער פּאָזיציע (לאָמיר זאָגען בשעת זי פערשווינדעט פון אונזערע בליקען הינטער יו־פּיטער'ן — זעה דעם קאַפּיטעל איבער דיזער ריעזיגער פּלאַנעט), ווען דיזע פּלאַנעט געפינט זיך אַם נעהענטסטען צו דער ערד, און דער צייט, בשעת מען בעמערקט די זעלבע לבנה אין דער זעלבער פּאָזיציע, ווען דיזע פּלאַנעט געפינט זיך אַם ווייטסטען פון דער ערד — אַז אָט צווישען ביידע דיזע מאָ־מענטען איז דער אונטערשיעד 16 מינוט 36 סע־קונדען. אַזוי האָבען עס טאַקע אַסטראָנאָמען אויסגעפאָרשט נאָך פיעלע זעהר פּינקטליכע בעאָבאַכטונגען אין פערלויף פון יאָהרען.

און אַז מען ווייס דיזען אונטערשיעד, דאַרף מען שוין ניט זיין דוקא אַן אַסטראָנאָם, אום צו פערשטעהן, אַז דאָס קומט דערפון וואָס אַזוי פיעל צייט דויערט עס, ביז דער שיין פון יופּיטער'ס אַ לבנה, אָדער ליכט בכלל, פליהט דורך דעם דיאַמעטער פון דער ערד'ס אָרביט.

דער אונטערשיעד צווישען די פּאָזיציעס פון יופּיטער (און דאָס איז, זעלבסטפערשטענדליך, צוזאַמען מיט זיינע לבנות) בשעת ער גע־פינט זיך אויף זיין אָרביט אַם נעהענטסטען צו אונז און אַם ווייטעסטען פון אונז, איז דאָך, זעלבסטפערשטענדליך, אין דער שטרעקע צווישען די צוויי אַנטקעגענגעזעצטע פּאָ־זיציעס פון דער ערד אויף איהר אָרביט, וואָס דאָס מיינט איהר דיאַמעטער.

טאָמער, לעזער, איז דאָס נאָך אַלץ ניט גענוג קלאָר פאַר אייך, פערצייכענט זיך צוויי קרייזען אַרום איין צענטער אַזוי, אַז דער דיאַמע־טער פון דעם אינערען קרייז איז 10 צאָלל און דער דיאַמעטער פון דעם אויסערען 20 צאָלל. אויף וועלכען פונקט פון דעם ערשטען קרייז איהר זאָלט זיך ניט געפינען (און דאָס לאָמיר זיך פאָרשטעלען אַלס די אָרביט פון דער ערד), וועט איהר אַלץ זיין 10 צאָלל פון דעם נעהענטסטען פונקט אויף דעם אויסערן קרייז (און דאָס לאָמיר זיך פאָרשטעלען אַלס די אָרביט פון יופּיטער) און 30 צאָלל פון דעם ווייטעסטען פונקט אויף דעם זעלבען אויסערן קרייז. דער אונטערשיעד אין דער ווייטקייט צווישען דיזע צוויי

אַנטקעגנגעזעצטע פּונקטען אין 20 צאָלל, נעמליך: די לענג פון דעם דיאַמעטער פון אונזער קרייז.

גוט, ווען אויף איין פּונקט פון דער ערד, לאָמיר זאָגען אין אַ ניו יאָרקער אָבסערוואַטאָריע, געפינען מיר אויס (נאַטירליך, מיט דער הילפע פון די בעסטע טעלעסקאָפּען און פּינקטליכסטע כראָנאָמעטערס), אַז איין מאָל, בשעת דער יופּיטער געפינט זיך אַם ווייטסטען פון אונז, דויערט עס צו בעמערקען דאָרטען אַ ליקוי לבנה מיט 16 מינוט און 36 סעקונדען לענגער, איידער אַן אַנדערס מאָל, בשעת דער יופּיטער געפינט זיך אַם נעהענטסטען צו אונז, דאַן הייסט עס, אַז אַזוי פיעל צייט נעהמט עס די ליכט־שטראַהלען דורכצופליהען אַזאַ ווייטקייט, ווי דער דיאַמעטער פון דער ערד'ס אַרביט.

אום דורכצופליהען אַ העלפט פון דיזען וועג, נעמליך: פון דער זון ביז צו דער ערד, וועט עס, נאַטירליך, נעהמען 8 מינוט און 18 סעקונדען, אָדער 498 סעקונדען. אַלזאָ, די ווייטקייט פון דער זון צו אונז איז אַזוי גרויס, ווי פיעל אַ ליכט־שטראַהל מיט דער שנעלקייט פון 300,000 קילאָמעטער פּער סעקונדע לויפט דורך אין פערלויף פון 498 סעקונדען, און דאָס איז 149,400,000 אָדער אין רונדע ציפער 149 מיליאָן קילאָמעטער.

פון דער אַנדער זייט, ווען מען ווייס פון אַנדערע מיטלען, ווי ווייט די זון איז פון אונז, קען מען אויף דיזען וועג, נעמליך: דורך די ליקוי לבנה'ת פון יופּיטער, אויסרעכענען די שנעלקייט פון ליכט; און אַזוי האָט טאַקע געטאָן דער דענישער אַסטראָנאָם רעמער שוין מיט אַ יאָהר 225 צוריק.

* * *

די שנעלקייט פון ליכט דיענט צו דערגעהן די ווייטקייט פון דער זון אויף אַן אַנדער אופן, נעמליך, דורך די ערשיינונג, וואָס מען רופט אין פיזיק אַבעראַציאָן פון ליכט. די אַלגעמיינע בעדייטונג פון דיזען לאַטיינישען וואָרט איז: אָפּווייכונג, אָפּוואַנדערונג, און דאָס שטימט אויך מיט דער ענדערונג אין דער וואַנדרונג פון שטראַהלען, וואָס ווערט פעראורזאַכט דורך די בעוועגונגען

פון דער ערד און וואָס ערקלערט אונז געוויסע נאַטירליכע ערשיינונגען.

אום דער לעזער. וועלכער האָט אַפּילו גאָר קיינמאָל ניט געהערט אַזאַ וואָרט, זאָל האָבען אַ שטיקעל ידיעה, וואָס דאָס בעדייט, וועל איך דאָ ברענגען דעם ביישפּיעל, וואָס מען געברויכט געוועהנליך אין דיזען פאַל. דאָס איז, נעמליך, דער ביישפּיעל וועגען אַ רעגען.

בשעת אַ רעגען גיסט גלייך איבער אונזערע קעפּ, ווערטיקאַל ווי מען זאָגט עס קורץ, און מיר בלייבען שטעהן אויף איין אָרט, האַלטען מיר דאָן דעם רעגען־שירם אויך ווערטיקאַל. ווען אָבער מיר וועלען אָנפאַנגען צו געהן, וועלען מיר שוין האַלטען דעם רעגען־שירם עטוואָס איינגעבויגען פאָראויס, און וואָס שנעלער מיר וועלען געהן, וועלען מיר אַלץ מעהר איהם ארויסשטעלען פאָראויס איינגעבויגען. דער גראַד פון דער דאָזיגער איינגעבויגענהייט וועט זיין אָבהעניג פון דער שנעלקייט פון אונזער גאַנג און אויך פון דער שנעלקייט פון די רעגען־טראָפּענס. דאָס בעמערקט מען בעזאָנדערס, ווען מען בעטראַכט, ווי אַזוי קרומלעך עס ציהען זיך די טראָפּענס פון רעגען אויף די פענסטער פון אַ וואַגאָן פון אַן אייזען־באַהן צוג.

אַזוי פּאַסירט עס אויך מיט די שטראַהלען פון ליכט. זיי קו־מען צו אונז פון דער זון און פון די שטערן; אָבער די ערד בעוועגט זיך דאָך מיט אַ גרויסער שנעלקייט, און דאָס פיהרט זיי, זאָ צו זאָגען, אַראָפּ פון זייער וועג, פערקירעוועט זיי און צושפּרייט זיי אַביסעל. דאַרום מוז מען אָנשטעלען די טעלעסקאָפּען עטוואָס איינגעבויגען אין דער דירעקציאָן אָדער ריכטונג פון דער ערד'ס בעוועגונג. אָט דאָס איז עס, וואָס מען רופט אַבעראַציאָן פון ליכט, און דאָס גיט די מעגליכקייט אויסצורעכענען די שנעלקייט, מיט וועלכער די ערד בעוועגט זיך, ווי אויך די ווייטקייט, וועלכע טהיילט איהר אָפּ פון דער זון.

דאָס איז ווידער ניט אַזוי שווער אויסצורעכענען, ווי דאָס דוכט זיך פון ערשטען בליק *). פריהער דאַרף מען נור געפינען אַ מיטעל,

---

*) אויב דער לעזער פיהלט, אַז דאָס איז צו שווער פאַר איהם, אָדער ער האָט ניט קיין געדולד אַפּילו צו אַזעלכע איינפאַכע רעכנונגען, קען ער דאָס און אַפּילו דיזען גאַנצען קאַפּיטעל וועגען די מעסטונגען דורכלאָזען און גלייך איבערגעהן צום נעקסטען קאַפּיטעל. ווען ער וועט ניט

ווי אַזוי אויסצומעסטען די איינגעבויגענקייט (וואָס עס מיינט אייגענטליך דעם ווינקעל) פון די שטראַהלען דורך די שנעלקייט פון דער ערד'ס בעוועגונג. דאָס האָבען פיזיקער אויסגעמאָסטען מיט זעהר פּינקטליכע אינסטרומענטען, וועלכע ווערען בעשריבען אין לעהר־ביכער איבער פיזיק. דער רעזולטאַט פון זייערע מעסטונגען איז, אַז ליכט בעוועגט זיך צעהן טויזענד מאָל שנעלער פאַר דער ערד, און אַזוי ווי מען האָט בעשטימט דורך אַנדערע פּראָבעס, ווי מיר ווייסען עס שוין, דאָס די שנעלקייט פון ליכט איז 300,000 קילאָמעטער פּער סעקונדע, הייסט עס, אַז די ערד בעוועגט זיך 30 קילאָמעטער פּער סעקונדע (10,000 מאָל וועניגער).

און אַזוי ווי עס נעהמט 365 טעג מיט אונגעפעהר 6 שטונדען ביז די ערד מאַכט איין קרייז אַרום דער זון, קען מען דאָך שוין אויסרעכענען, ווי לאַנג דער דאָזיגער וועג איז (עס בלייבט בלויז צו מולטיפּליצירען די צאָהל פון סעקונדען אין אַ זונען־יאָהר אויף 30 קילאָמעטער, וואָס די ערד וואַנדערט יעדען סעקונדע). און וויסענדיג די לענג פון דער ערד'ס אָרביט, קען מען שוין אויסרעכענען על פּי געאָמעטריע די לענג פון דעם דיאַמעטער פון דיזער אָרביט. אַ העלפט פון דיזען דיאַמעטער איז דאָך די ווייטקייט צווישען דער זון און דער ערד.

* * *

וויסען, ווי אַזוי אַסטראָנאָמען דערגעהען אַזעלכע סודות ווי די ווייטקייטען פון דער זון און פון די פּלאַנעטען, וועט עס איהם ניט שטערען צו לעזען ווייטער דיזען בוך. שליסליך, ווי באַלד מיר קענען ניט די העכערע מאַטעמאַטיק, מוזען מיר דאָך אַלץ זיך פערלאָזען אויף די אויסרעכנונגען פון אַסטראָנאָמען; אָבער מיר קענען לערנען וועניגסטענס, ווי אַזוי זיי קומען דערצו און בעגרייפען דעם שכל פון זייערע מיטעל און וועגען.

און דאָס איז אייגענטליך דער צוועק פון דיזען קאַפּיטעל און טהייל־ווייז אויך פון דעם פאָריגען. זאָנסט וואָלט גאָר גענוג געווען אָנצושרייבען, אָנשטאָט דיזע 2 קאַפּיטלעך, פאָלגענדע צייליען: „אויף דעם גרונד פון פערשיעדענע אַסטראָנאָמישע מעסטונגען און בעאָבאַכטונגען האָבען גרויסע מאַטעמאַטיקער אויסגערעכענט, אַז די זון איז 149 מיליאָן קילאָמעטער ווייט פון דער ערד“.

צווישען די אַנדערע וועגען אויסצומעסטען די ווייטקייט פון דער זון איז דער איינפאַכסטער און דער מערקווירדיגסטער דער דאָזיגער, וואָס דער שוין אונז בעקאַנטער גרויסער פראַנצויזישער מאַטעמאַטיקער לע וועריע, דער ענטדעקער פון דער פּלאַנעט נעפּטון, האָט אָנגעצייכענט און אויסגערעכענט. ער האָט פּשוט אָנגעווענדעט דעם געזעץ פון גראַוויטאַציאָן צו זיינע חשבונות. ווען מען וויים, ווי גרויס עס זיינען די מאַסען, אָדער פּשוט'ער גערעדט, די געוויכטען פון די פּלאַנעטען און וואָס פאַר פּערטרובאַציאָנען (שטערונגען) עס קומען פאָר אין זייערע בעוועגונגען דורך זייערע געגענזייטיגע צוציהונגען, קען מען דערפון אויסרעכענען זייערע ווייט־קייטען. דיזע רעכנונגען האָט געמאַכט לע ווערים. אַזוי ווי ער האָט ענטדעקט די פּלאַנעט נעפּטון אויף דעם גרונד פון די בעאָבאַכטעטע פּערטורבאַציאָנען אין די בעוועגונגען פון דער פּלאַנעט אוראַנוס (זעה דעם קאַפּיטעל איבער נעפּטון), אַזוי האָט ער אויסגערעכענט די ווייט־קייט פון דער זון אויף דעם גרונד פון א געוויסער בעוועגונג פון דער ערד, וואָס קומט דורך די צוציהונג פּן דער לבנה.

אַנדערע מאַטעמאַטיקער האָבען איהם נאָכגעפאָלגט אויף אַזעלכע ריין־מאַטעמאַטישע וועגען, ספּעציעל דורך די געוויכטען פון דער זון און פון דער ערד, און זיי זיינען אַלע געקומען צו רעזולטאַטען, וועלכע אונטערשיידען זיך נור אין צעהנטעל און הונדערט־לעך פון א סעקונדע־ווינקעל.

* * *

נאָך א מיטעל צו בעשטימען די ווייטקייט פון דער זון האָבען אַסטראָנאָמען, און דאָס איז דורך בעאָבאַכטונגען פון געוויסע פּאָ־זיציעס פון מאַרס און פון די קליינע פּלאַנעטען. אַזעלכע בעאָבאַכטונ־גען זיינען געמאַכט געוואָרען מיט גרויסער פּינקטליכקייט אין פער־שיעדענע יאָהרען.

* * *

טראָץ דעם וואָס דיזע וועגען און מיטלען זיינען אַזוי פערשיעדען, שטימען דאָך, ווי שוין בעמערקט, די אונטערשטע שורות מיט א וואונדערבאַרער פּינקטליכקייט, ווי דאָס צייגט פאָלגענדע טאַבעלע:

טראנזיט פון ווענוס אין	1769	צייגט א פאַראַלאַקס פון	8.91	סעקונדען.
" " " "	1874	" " "	8.85	"
" " " "	1882	" " "	8.82	"
שנעלקייט פון ליכט (יופיטער'ס לבנות)		" " "	8.86	"
אבעראציאָן פון ליכט		" " "	8.80	"
געוויכטען פון פלאַנעטען (לע ווערריע'ס רעכנונג)		" " "	8.86	"
די בעוועגונג פון דער לבנה		" " "	8.85	"
די פּאָזיציעס פון מארס און פון קליינע פלאַנעטען		" " "	8.86	"

מיר האָבען דאָ אזוי 6 פערשיעדענע מעטהאָדען צו מעסטען די ווייטקייט צווישען דער ערד און דער זון, און די רעזולטאַטען אונטערשיידען זיך אין איינינע הונדערטלאך פון א סעקונדע־ווינקעל. אסטראָנאָמען האָבען אָנגענומען דעם דורכשניטליכען פּאַראַלאַקס פון 8 און 86־הונדערטלעך סעקונדען, וואָס דאָס מיינט, ווי שוין ערקלערט אין פאָריגען קאַפּיטעל (זעה אגב נאָך אמאָל די ביילאַגע „א“ וועגען ווינקעל־מאָס און פּאַראַלאַקס), אז אָט אין אזא קליינינקען ווינקעלע וואָלט מען געזעהן דעם ראַדיוס פון אונזער ערד־קוגעל, ווען מען וואָלט זיך געפונען אין דעם צענטער פון דער זון. אין לענג־מאָס מיינט עס א ווייטקייט פון אונגעפעהר 149 מיליאָן קילאָמעטער.

אזא ווייטקייט איז לייכט אָנצושרייבען אָדער אויסצורעכענען, אָבער עס איז זעהר שווער, מען מעג זאָגען, אונמעגליך צו בענעהמען. ערשט ווען מאַכט געוויסע פערגלייכען, קען מען זיך משער זיין, וואָס דאָס מיינט. אויף אזא לענג וואָלט מען געקענט אויסלעגען 11,640 אזעלכע קוגלען ווי אונזער ערד. ווען מען זאָל אויסשיסען פון א קאַנאָן א קויל, וואָס דערלאַנגט אין דער ערשטער סעקונדע א פליה 500 מעטער, און זיך פאָרשטעלען, אז דיזע קויל פליהט אלץ ווייטער מיט דער זעלבער שנעלקייט צו דער זון, וועט זי אהין אָנקומען ערשט אין 9 יאָהר און 8 מאָנאַט ארום.

ווען מיר זאָלען זיך פאָרשטעלען אזא אייזענבאַהן־צוג, וואָס טראָגט

זיך שטענדיג מיט דער שנעלקייט פון אַ קילאָמעטער פּער מינוט. וועט ער דערגרייכען די זון ערשט אין 266 יאָהר אַרום.

נור ווי מיר זאָלען ניט פּרובירען זיך פאָרשטעלען אַזעלכע ווייט־קייטען מיט אונזערע געוועהנליכע מאָסען, דאַרף מען שוין קיינע בעזונדערע אנשטרענגונגען ניט מאַכען, ווען מען וויל אויסרעכענען, ווי גרויס עס איז די זון, אויב מען ווייס נור, ווי ווייט זי איז פון אונז. יעדער שילער, וואָס קען אַביסעל געאָמעטריע, וועט עס אויסרעכענען, מען קען עס אויסגעפינען אפילו מיט פּשוט'ע אריטהמעטיק, ווען מען ווייס נור עפּעס וועגען ווינקעל־מאָס.

* * *

אָט לאָמיר עס טאַקע דאָ פּרובירען. קוקענדיג דורך טעלעסקאָפּען אויף דער זון, זעהען מיר איהר אין אַ ווינקעל פון 32 מינוט 4 סע־קונדען. אַזוי איז דער שיינבארער דיאַמעטער פון דער זון. ווען מיר וואָלטען זיך אָבער געפונען אויף דער זון, וואָלטען מיר געזעהען דעם דיאַמעטער פון דער ערד אין אַ ווינקעל פון 17 און 72־הונדערטלעך סעקונדע (נעמליך: 2 מאָל 8.86 סעקונדע).

פון דער זון ביז צו דער ערד איז דאָך, זעלבסטפערשטענדליך, אַזוי ווייט, ווי פון דער ערד ביז צו דער זון. נון, ווען מיר זעהען פון דער זעלבער ווייטקייט צוויי זאַכען ניט גלייך איינע צו דער אנ־דערער, לאָמיר זאָגען איינע אַזוי, אַז זי קאָרעספּאָנדירט צו אַ ווינקעל וואָס איז 100 מאָל גרעסער פאַר דעם ווינקעל, אין וועלכען מיר זעהען די אַנדערע זאַך, דאַן מוז עס דאָך אַזוי זיין מיט דיזע זאַכען אין דער ווירקליכקייט. בקיצור, די דיאַמעטערס (אָדער פּשוט גע־רעדט: די לענג) פון זאַכען זיינען אין פּראָפּאָרציע צו די ווינקעלעך, אין וועלכע מיר זעהען פון איין און דער זעלבער ווייטקייט. און ווי באַלד מיר זעהען די זון אין אַ ווינקעל פון 32 מינוט 4 סעקונדען (דאָס מאַכט 1924 סעקונדען) און די ערד אין אַ ווינקעל פון 17 און 72־הונדערטלעך סעקונדע, מוז אַזוי זיין זייער פערהעלטניסמעסיגע גרויס, נעמליך: די זון דאַרף זיין אַזוי פיעל מאָל גרעסער פאַר דער ערד, ווי 1924 איז גרעסער פאַר 17.72. מאַכט אַלזאָ אַ געוועהנליכען חילוק (צוטהייל 192400 אויף 1772), און איהר וועט געפינען, אַז די זון איז 108 און אַ האַלב מאָל (גענויער: 108.55) גרעסער פאַר דער ערד.

יעצט דאַרפֿען מיר נור וויסען, ווי גרויס עס איז באמת דער דיאַ־מעטער פֿון דער ערד. דאָס האָבען אַסטראָנאָמען גאַנץ בעשטימט אויסגערעכענט, ווי מיר וועלען עס לערנען אין אַ קאַפּיטעל איבער אונזער פּלאַנעט. דאָ וועלען מיר איבערגעבען די אונטערשטע שורה, אַז דער דיאַמעטער פֿון דער ערד איז 12,732 קילאָמעטער לאַנג. כפל'ט עס אויף 108.55, וועט איהר אויסגעפֿינען, אַז דער דיאַמעטער פֿון דער זון איז אין רונדע ציפֿער 1,382,000 קילאָמעטער. על פּי געאָמעטריע קען מען שוין יעצט אויך אויסרעכענען, ווי גרויס עס איז באמת דער קרייז און דער וואָליום פֿון דער זון, וועלכע קוקט אויס אין אונזערע אויגען ניט פֿיעל גרעסער פֿאַר דער לבנה.

איהר קרייז איז נעמליך 4,350,000 קילאָמעטער און איהר וואָליום איז 1,390,000,000,000,000,000 (1390 קוואַדריליאָנס) קוביק קילאָמעטער. דאָס איז 1,280,000 מאָל גרעסער פֿאַר דעם וואָליום פֿון דער ערד.

יאָ, גאַנצע 1,280,000 ערד־קוגלען קענען זיך בעהאַלטען אין דער זון! און ווי קליין די לבנה איז אין פֿערגלייך מיט דיזען ריעזיגען צענטער פֿון אונזער פּלאַנעטען־וועלט, צייגען פֿאָלגענדע ציפֿער: פֿון דער לבנה ביז אונז איז 384,000 קילאָמעטער. ווען מיר זאָלען זיך פֿאָר־שטעלען דעם צענטער פֿון דער ערד אין דעם צענטער פֿון דער זון, וואָלט ניט נור די לבנה זיך דאַן געפֿונען אין דער זון, זאָנדערן עס וואָל־טען נאָך אַלץ געבליבען פֿון דער לבנה ביז צו דער אָבערפֿלעך פֿון דער זון 307,000 קילאָמעטער.

אָט אַזוי זיינען מיר עס אויך געוואָרען אויסמעסטער פֿון דער זון, נאַטירליך בענוצענדיג זיך מיט די א ו נ ט ע ר ש ט ע ש ו ר ו ת פֿון גרויסע מאַטעמאַטיקער און אַסטראָנאָמען. אָבער די אַסטראָנאָמיע לערנט ניט נור ווי אויסצומעסטען די זון, זאָנדערן אויך ווי איהר אָ ב צ ו ־ ו ו ע ג ע ן. מען האָט איהר אָבגעוואָגען גאַנץ גענוי, פֿיעל גענויער ווי איהר וועגט אָפּ, לאָמיר זאָגען, אַ פֿונט ברויט. דאָס איז אַפֿילו זעהר שווער צו ערקלערען אין אַן אַסטראָנאָמיע פֿאַר'ן פֿאָלק, בפֿרט נאָך אַזעלכע ווי דיזע, וואָס ווערט געשריבען פֿאַר אַזעלכע, וועלכע קענען בלויז אַריטהמעטיק: אָבער איך וועל דאָס פּרובירען. יעדענ־פֿאַלס וועל איך ערקלערען ד ע ם ש כ ל פֿון אַזאַ אָבוועגונג, אָבער שוין ניט אין דיזען קאַפּיטעל, נור אין אַ שפּעטערען, ווען עס וועט מיר אויסקומען צו בעטראַכטען ווי אַזוי מען קען דערגעהן די וואָג פֿון דער

ערד און פון דער לבנה. איך וועל דאס אלעס איבערגעבען, ווי איך וועל עס קענען, אין דעם קאפיטעל 46.

אום צו שליסען די רעכנונגען אין דיזען קאפיטעל, וועלען מיר זיך פארלויפיג בענוגענען מיט דער אונטערשטער שורה פון די אסט־ראנאמישע אבוועגונגען פון דער זון. דאס איז נעמליך, אז די זון וועגט 324,000 מאל מעהר פאר אונזער ערד־קוגעל. אין קילאגראמען איז דאס 1900 אקטיליאנען (אן אקטיליאן איז א צאהל פון 28 ציפער).

אזוי ווי די זון פערנעהמט 1,280,000 מאל מעהר פלאץ פאר דעם ערד־קוגעל און זי איז בלויז 324,000 מאל שווערער פאר איהם, הייסט עס דאך, אז זי איז שיטערער פאר דער ערד, אדער אז יעדער טהייל איהרער איז אונגעפעהר א פערטעל לייכטער פאר א טהייל פון דער ערד אין זעלבען וואליום. די דענ־סיטעט (געדיכטקייט) פון דער זון אין פערגלייך מיט דער דענסיטעט פון דער ערד איז אונגעפעהר א פערטעל. דאס ערקלערט זיך דערמיט, וואס די זון בעשטעהט פון גאזען, ווי מיר וועלען עס באלד זעהען. עס פערשטעהט זיך, אז אין אזא היץ, ווי אויף דער זון, קען קיין זאך ניט עקזיסטירען אין א סאלידען און אפילו אין א פליסיגען צושטאנד.

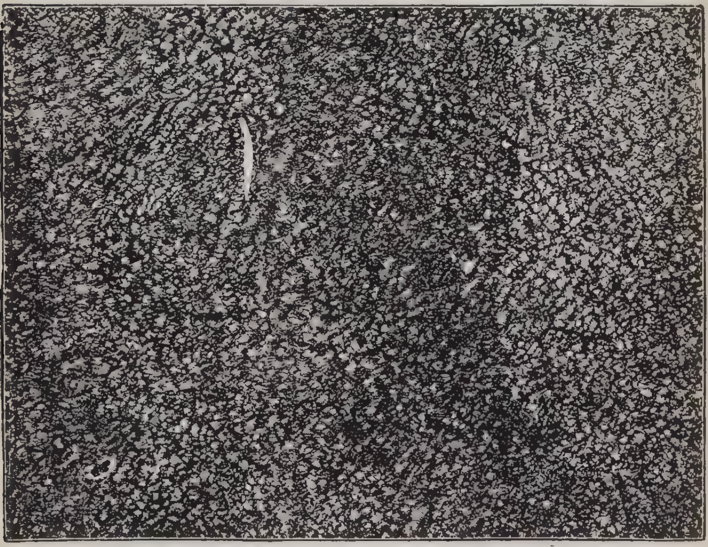
מיר וועלען זיך יעצט געזעגענען מיט אלע מעסטונגען און חשבונות און וועלען איבערגעהן צו א בעשרייבונג פון אלעס, וואס מיר קענען בעמערקען אויף דער זון מיט דער הילפע פון טעלעסקאפען, ספעקט־ראסקאפען און פאטאגראפישע אינטרומענטען.

קאפיטעל 31.

די זון מיט איהרע פלעקען.

די שיינענדע אבערפלעך פון דער זון, וואס מען רופט פאטא־ספערע, איז ניט גלייך גלענצענד און הייס אין אלע איהרע טהיי־לען. דאס בעמערקט מען באלד, ווען מען קוקט אויף דער זון דורך טע־לעסקאפען, אפילו גאנץ קליינע. אום צו קענען בעאבאכטען די זון, מוזען די ספאקטיווען, זעלבסטפערשטענדליך, זיין דונקעל־קאלירטע.

ווי אזוי די אָבערפלעך פון דער זון זעהט אויס דורך גוטע טע־לעסקאָפּען, דאָס ציינט די צייכנונג 60, וועלכע איז אַ קאָפּיע פון אַ פאָטאָגראַפּיע, וואָס דער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם זשאַנסאַן האָט ארונטערגענומען אין דער אָבסערוואַטאָריע פון מוידאָן. דאָס זעהט אויס עפּעס ווי אַ פעלד, בעשאָטען מיט זאַמד און קליינע שטיינדלעך. נור אויף דער זון זעהט עס אויס, מיט די ווערטער פון דעם בעריהמטען אמעריקאַנער אַסטראָנאָם ניוקאָם, „ווי אַ טעלער רייז סופּ“. עס דוכט זיך, אַז די קערנדלעך, וואָס מיר זעהען אויף דיזער און אויף אַנדערע פאָטאָגראַפּיעס פון דער זון, שווימען אין אַ פליסיגקייט.

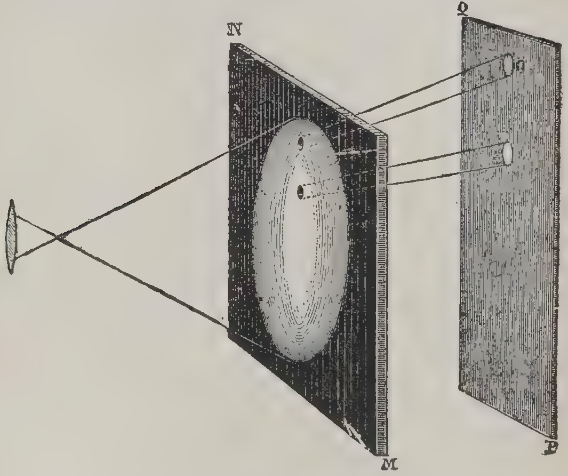


צייכנונג 60.—די זון'ס אָבערפלעך לויט אַ פאָטאָגראַפּיע פון פּראָפעסאָר זשאַנסאַן.

נור מען פערשטעהט, אַז דאָ קען גאָר קיין רעדע ניט זיין פון פליסיג־קייטען און נאָך ווייניגער פון סאָלידע טהיילען, ווי דיזע קערנדלעך זע־הען אויס. מען מוז דארום אָננעהמען און מען נעהמט טאַקע אזוי

אָן אין דער אסטראָנאָמיע, אז אַזאַ אויסזעהן פון דער פאָטאָספערע קומט דערפון, וואָס מאַנכע פון איהרע טהיילען זיינען העלער און מאַנכע—דונקעלער. די קערנדלעך זיינען עס די גלענצענדערע שטיקלעך. אסטראָנאָמען האָבען בעשטימט מיט זייערע מעסטונגס־אינסטרומענטען, אז יעדע פון אזעלכע קערנדלעך איז פון 200 ביז 1000 קילאָמעטער לאַנג.

ווען מיר זאָלען בעטראַכטען זאָרגפעלטיג די זון דורך אַ גאַנץ דונקעל־פּעררויכערטע גלאָז, וועלען מיר אויסגעפינען, אַז דער דיסק



צייכנונג 61.—ווי אַזוי מען קען אויסגעפינען שיין־ענדערונגען ביי די ברעגען און אין מיטען פון דעם זונען־קרייז.

אָדער קרייז פון דער זון איז אַם העלסטען אַרום דעם מיטען און איז אַלץ דונקעלער לעבען זיינע ראַנדען. אַזאַ איינפאַכער עקספּערימענט, ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 61, ווייזט עס קלאָר און בעשטימט.

אויף דער וואַנטעל, אָדער ווי מען רופט עס אין פיזיק, עקראַן, (בעצייכענט מיט די בוכשטאַבען M N) פאַלט דער שיין פון דער זון דורך אַ ספּעקטיוו (לינקס אויף דער צייכנונג), און מיר זעהען אַ

בעלויכטענען עליפּס. ווען מיר זאָלען אין ריזען עקראַן מאַכען צוויי לעכלעך, איינע אין דעם מיטעלען טהייל און די אַנדערע לעבען ראַנד, און לאָזען פאַלען די שטראַהלען דורך דיזע לעכעלעך אויף אַ ווענטעל אָדער עקראַן הינטער (בעצייכענט מיט די בוכשטאַבען P Q), וועלען מיר אויסגעפינען, אַז דער שיין וואָס קומט פון דער מיטעלסטער לעכעל (די ווייסע קייקעלע b) איז בעדייטענד העלער פאַר דעם שיין וואָס קומט פון דער לעכעל ביי דעם ראַנד (די דונקעלע קייקעלע a). ביים סאַמע ראַנד פון דיסק איז דער שיין אַ רויטליכער וואָס עס ערקלערט דעם קאָליר פון האָריזאָנט אין דער צייט פון ליקוי חמה׳ס.

דורך פיעלע פּינקטליכערע עקספּערימענטען, ווי דער אויבען־בעשריבענער, האָבען פיזיקער בעשטימט, דאָס אויך די שטראַהלען פון דער וואַרימקייט ווערען שוואַכער פון מיטען צו די ראַנדען פון דעם זונען־דיסק. און דאָס קען נור ערקלערט ווערען דערמיט, אַז די זון איז אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע. גאַנץ איינפאַך, די אַטמאָספערע שלינגט איין אָדער, ווי מען זאָגט עס אויפ׳ן וויסענשאַפטליכען לשון, אַבסאָרבירט טהיילוויז די שטראַהלען, אַט ווי דאָס איז אויך דער פאַל מיט דער אַטמאָספערע (פּשוט גערעדט, די לופט) פון דער ערד. די שטראַהלען, וואָס פאַלען פון די מיטעלסטע טהיילען פון דער פאָטאָספערע ווערטיקאַל אויף דער ערד, האָבען דורכצושניידען אַ שמאָלערע אָדער דינערע אַטמאָספערע, איידער די שטראַהלען וואָס קומען פון ראַנד אָדער ברעג פון דיסק, וועלכע האָבען דורכצושניידען אַ ברייטערע אָדער דיקערע אַטמאָספערע. וואָס האָריזאָנטאַלער די זונען־שטראַהלען ציהען זיך, אַלץ אַ דיקערע אַטמאָספערע קומט זיי אויס דורכצוקומען, און אויפ׳ן וועג ווערען זיי, נאַטירליך, מעהר אַבסאָרבירט. אַט די לבנה, וועלכע איז גאָר ניט אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע, שטראַהלט אָפּ גלייך פון אַלע טהיילען פון איהר אָבערפלעך.

די זון שיקט אונז דרייערליי שטראַהלען, נעמליך: ליכט־שטראַהלען, וואַרימקייט־שטראַהלען און כעמישע שטראַהלען. די פערשיעדענע סאָרטען שטראַהלען ווערען ניט גלייך אַבסאָרבירט פון אַן אַטמאָספערע. דאָס ווערט בעוויזען דורך פּראָבעס, וועלכע ווע־רען בעשריבען אין לעהר־ביכער איבער פיזיק. למשל, די ליכט־שטראַהלען ווערען מעהר אַבסאָרבירט פאַר די וואַרימקייט־שטראַהלען,

און אזוי צייגט זיך אויך אַרויס ביי פערשיעדענע פּראָבעס מיט די שטראַהלען פון די מיטעלע און פון די אַרומיגע טהיילען פון זונען־דיסק.

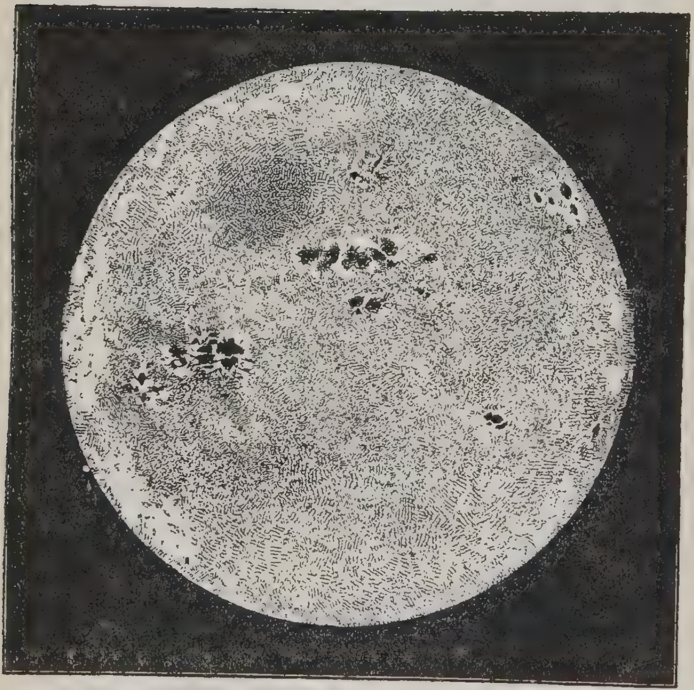
קורץ, עס איז וויסענשאַפטליך פעסטגעשטעלט געוואָרען דורך א סך עקספּערימענטען, אַז די זון איז ארומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָ־ספּערע, וועלכע פערהאַלט, שלינגט איין אָדער אַבסאָרבירט אַ געוויסען טהייל פון אַלע סאָרטען שטראַהלען, וואָס רייסען זיך אַרויס פון איהר פאָטאָספעֶרע אין אלע ריכטונגען. ווי גרויס דיזע אבסאָרבציאָן איז, האָט מען נאָך ניט אויסגעפונען פּאָזיטיוו. זיכער איז עס, אַז ווען די זון וואָלט געווען אָהן אַן אַטמאָספערע, וואָלט אויף דער ערד געווען פיעל היסער, ליכטיגער און אויך בלויער, ווי דאָס איז.

נאַטור־פאָרשער האָבען אויך פּרובירט אויסמעסטען, ווי גרויס עס איז די גאַנצע היץ, וואָס די זון שיקט אַרויס אין פערלויף פון אַ בע־שטימטער צייט; אָבער די רעזולטאַטען זיינען גאַנץ פערשיעדענע, צווי־שען 3000 גראַד נאָך די רעכנונגען פון די פראַנצויזישע פיזיקער בערטהעלאָ און סען־קלער דעוויל, ביז 10 מי־ליאָן, נאָך די אָבשאַצונגען פון דעם בעריהמטען איטאַליענישען אַסט־ראָנאָם סעקי. דארום בלייבט דיזע פראגע אַן אָפענע, נור מען נעהמט אָן צווישען פיזיקער, אַז די ניעדעריגערע טעמפּעראַטורען זיינען נעהענטער צו דער ווירקליכקייט פאר די העכערע.

ווי די זון זעהט אויס, ווען מען קוקט אויף איהר דורך א קליינעם טעלעסקאָפּ, איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 62. די פינטעלעך, אזוי ווי זאַמד, זיינען עס די גלענצענדע קערנדלעך, און די שוואַרצע שטעלען זיינען עס די פּלעקען פון דער זון, פון וועלכע יעדער האָט געהערט און וועלכע יעדער קען בעאָבאַכטען, ווען ער זאָל נור זיך ניט פוילען צו קוקען אויף איהר אויפמערקזאַם אַפילו דורך געוועהנליכע פעררויכערטע גלעזער. דאָס וואָס מען זאָגט, אַז „אויך די זון איז ניט אָהן פלעקען", איז בוכשטעבליך ריכטיג. אָבער ניט אַלע מאָל זעהט מען די זעלבע פלעקען און אויך ניט אַלע מאָל זיינען זייער צאָהל און זייער גרויס די זעלבע.

אין אַלטע צייטען האָט מען אויך בעמערקט מאַנכעס מאָל עפּעס פלעקען אויף דער זון, אָבער מען האָט גאָר ניט געוואוסט, ווי דאָס צו ערקלערען. ערשט אין 1610 האָט דער אַסטראָנאָם פּאַבריציוס

געצויגען די ספּעציעלע אויפמערקזאַמקייט אויף דיזע פלעקען. עס ווערט אָנגענומען אין דער געשיכטע פון אַסטראָנאָמיע, אַז ער איז עס דער ענטדעקער פון די זונען־פלעקען. זיינע פאָרשונגען האָט ער

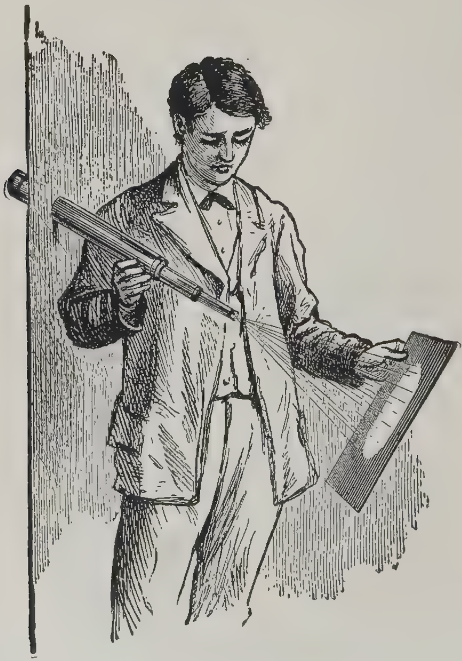


ציינוכנג 62.—די זון מיט איהרע פלעקען דורך אַ קליינען טעלעסקאָפּ.

געמאַכט מיט נאַקעטע אויגען (דאָס איז געוועזען פאַר דער ענטדעקונג פון טעלעסקאָפּ), בעטראַכטענדיג דעם אָפּשיין פון די זונען־שטראַהלען אויף אַ ערדיגען (ווענטעל).

נאָכשפּירענדיג אַזעלכע פלעקען, קען מען בעשטימען, אַז אויך די זון דרעהט זיך אַרום זיך זעלבסט. עס נעהמט איהר אונגעפעהר 25 אונזערע טעג צו דערלאַנגען זיך אַ דרעה

ארום איהר אקס. געוועהנליך בעוועגט זיך אַ פלעק ביי דעם מזרח־ראַנד פון דער זון, און עס נעהמט פון 12 ביז 14 טעג ביז וואַנען ער פערשווינדעט ביי דעם וועסטליכען ראַנד פון דער זון. דאַן טרעפט עס, אַז אין אונגעפעהר 14 טעג אַרום בעווייזט זיך דער זעלבער פלעק ווידער ביז דעם מזרח־ראַנד פון דער זון.

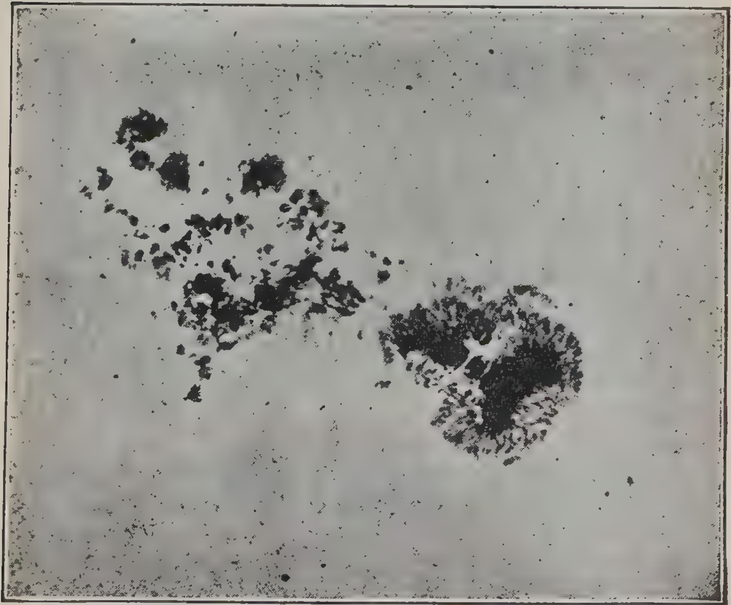


צייכנונג 63.—ווי מען קען בעאָבאַכטען די זון־פלעקען מיט אַ קליינעם טעלעסקאָפּ.

אַ טהייל פון דיזע פלעקען פ ע ר ש ו ו י נ ד ע ן אין פערלויף פון איניגע טעג, אָדער ענדערען זיך אַזוי אין זייער אויסזעהן, אַז עס איז שווער זיי צו דערקענען. אַנדערע דויערען מאָנאַטען לאַנג, איידער זיי פערשווינדען. אָבער, ווי פיעל זיי זאָלען ניט דויערען, צייגען זיי

אלץ אַן אויף דער בעוועגונג פון דער זון אַרום איהר אַקס אין אונגעפעהר 25 טעג.

א לייכטער און איינפאַכער מיטעל צו בעאָבאַכטען די זון איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 63. מיט דיזען מיטעל פלעגען זיך בענוצען אַסטראָנאָמען אין 17טען און אויך אין 18טען יאָהר־הונדערטע. דאָס איז אַ קליינער טעלעסקאָפּ אויסגעשטעלט מיט זיין ספּעקטיווע צו דער זון דורך אַ לאָך אין אַ וואַנט אדער אין אַ לאָדען פון אַ דונקעלען צימער. די שטראַהלען, וואָס ציהען זיך דורכ'ן טע־לעסקאָפּ, פאַלען אויף אַ שטיק פּאַפּיער, און מען זעהט דאָן דאָרטען די דונקעלע פונקטען און די פלעקען פון דער זון. ווען מען פיקסט צו דעם טעלעסקאָפּ אַזוי, אַז מען זאָל איהם קענען קירעווען, אום נאָכ־צופאָלגען די בעוועגונג פון דער זון, קען מען אויספאַרשען, וואָס עס



צייכנונג 64.—זונען־פלעקען ווי פאָטאָגראַפירט פון פּראָפעסאָר זשאַנסאָן.

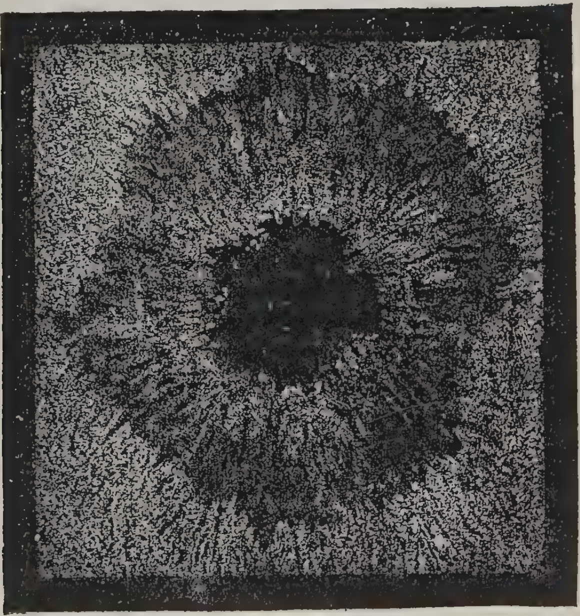
קומט פאָר מיט א פלעק אין אַ געוויסער צייט. נאַטירליך, מען דאַרף אויך האָבען ערפאַהרונג אַפּילו אין אַזעלכע איינפאַכע בעאָבאַכטונגען.

אַזאַ מיטעל ווערט אויך געברויכט צו בעאָבאַכטען די עקליפּסען און טראַנזיטס פון מערקור, און ער איז זעהר בעקוועם, ווען מען וויל צייגען פאַר אַן עולם אַ פערגרעסערטע געשטאַלט פון דער זון.

ציינבונג 65.—אַ זון־פלעק אין 1883 זיעבען מאָל גרעסער פאַר די ערד.

אין אונזערע צייטען האָט מען ספּעציעלע טעלעסקאָפּען און זאָגאַר בעזונדערע אָבסערוואַטאָריעס צו בעאָבאַכטען בלויז די זון. איינע פון אַזעלכע איז אויף דעם באַרג ווילסאָן, אין פּאַסאַדענאַ, קאַליפאָרניאַ, וואו עס איז אָבגעהאַלטען געוואָרען אין 1910 אַן אינטערנאַציאָנאַלער

קאנגרעס פון אסטראנאמען, וואס גיבען זיך אפ הויפטזעכליך מיט זון־פארשונגען. דער אמעריקאנער אסטראנאם העיל האט דארטען אויפגעבויט א מין „טהורעם־טעלעסקאפ“, וואס איז 176 פוס הויך. די שטראהלען פון דער זון ווערען רעפלעקטירט (אפגעשפיעגעלט) אין דיזען טעלעסקאפ דורך גרויסע בעוועגליכע שפיעגלען איבער דעם טהורעם ביז צו א ברונען 75 פוס טיעף ביים פונדאמענט פון דעם טהורעם,



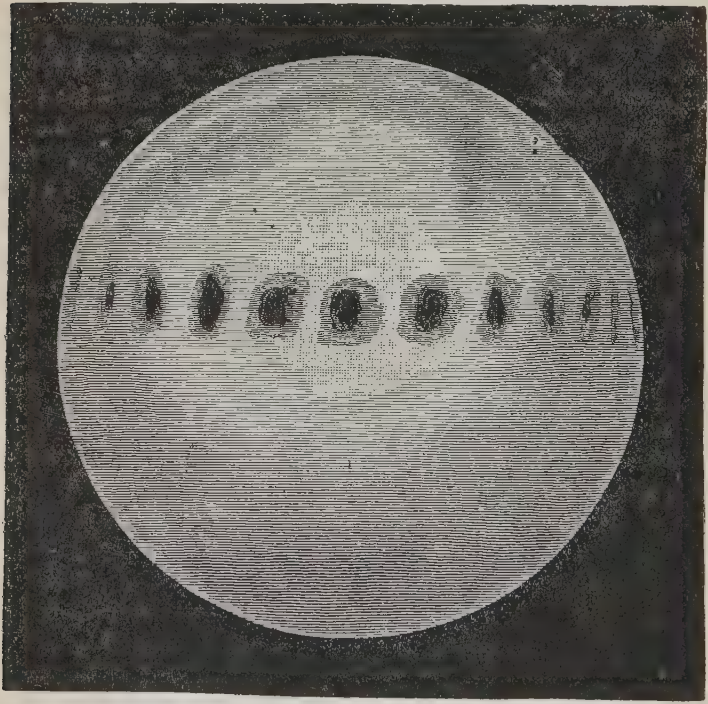
ציכנונג 66.—ווי א געוועהנליכער זון־פלעק זעהט אויס דורך א טעלעסקאפ.

וואו עס זיינען איינגעפיקסט געוויסע זעהר דעליקאטע און קונציגע אינסטרומענטען צו מעסטען און צו פאטאגראפירען, גענאנט ספעקטראגראף און ספעקטראהעליאגראף. אין עטליכע מינוט קען מען אזוי בעקומען געוויסע פאטאגראפיעס פון דער זון אין פערשיעדענע קאלירען.

נוי אזוי פלעקען זעהען אויס, ווען מען פאטאגראפירט זיי מיט דער

הילפע פון גרויסע טעלעסקאָפּען און ספּעקטראָגראַפען, איז פאָרגע־שטעלט אויף די צייכנונגען 64, 65, 66 און 67.

עס וואַרפט זיך אין די אויגען, אַז געוויסע טהיילען פון די פלעקען זיינען ווייט ניט גלייך דונקעל. דער מיטעלסטער טהייל, גענאַנט „אומבראַ“ (שאָטען) אָדער „נוקלעאוס“ (קערענדעל), איז דער דונקעל־



צייכנונג 67.—ענדערונגען אין די זונען־פלעקען.

סטער אָרט, און אַרום ציהען זיך דונקעלע און מעהר אָדער וועניגער בעלויכטענע טהיילען, גענאַנט „פּענומבראַ“. אויף דער צייכנונג 65 איז פאָרגעשטעלט, ווי אַזוי איינער פון די גרעסטע פלעקען, וואָס מען האָט אויך געקענט בעמערקען מיט נאַקעטע אויגען, האָט אויסגע־

זעהן דורך אַ גרויסען טעלעסקאָפּ. די ווייסע שטריכען זיינען די שיי־נענדע טהיילען פון דעם פלעק און אַרום דעם גאַנץ שווארצען טהייל (אומבראַ) איז עס די פּענומבראַ. ווי אסטראָנאָמען האָבען עס אויס־געמאָסטען, איז דיזער פלעק, וואָס האָט זיך בעוויזען אין 1883, געווען 7 מ אָ ל א ז ו י ג ר ו י ס ווי אונזער ערד־קוגעל.

אויף דער צייכנונג 66 איז פאָרגעשטעלט, ווי אַ געוועהנליכער פלעק אויף דער זון זעהט אויס.

ווי אזוי פלעקען ענדערען זיך אויף דער זון אין פערלויף פון אַ געוויסער צייט, קענען מיר זעהען אויף דער צייכנונג 67.

אַסטראָנאָמען, וואָס האָבען אויך געמאָסטען דיזע ענדערונגען, זיינען געקומען צום שלוס, אַז דיזע פלעקען זיינען טאַקע ניט אַנ־דערס, ווי ל ע כ ע ר אין דער אָבערפלעך פון דער זון.

וועגען די אורזאַכען פון אַזעלכע ערשיינונגען איז מען נאָך אין דונקעלהייט. ווען מען האָט אָנגעפאַנגען צו פאָרשען דיזע פלעקען, האָט מען אָנגענומען די השערה פון גאַלילעאָ, וועלכער האָט בעשטימט די צייט פון דער זון'ס בעוועגונג אַרום איהר אַקס מיט דער הילפע פון זיין טעלעסקאָפּ אין 1611, אַז דאָס זיינען עפּעס אַזעלכע רויך־וואָלקענס. אַנדערע אַסטראָנאָמען האָבען אָנגענומען, אַז דאָס זיינען גאָר בערג. אָבער ערשט מיט אונגעפעהר הונדערט יאָהר צוריק האָט דער ענגלישער אַסטראָנאָם ו ו י ל ס אָ ן בעוויזען, אַז דאָס זיינען ל ע כ ע ר, און דאָס איז בעשטעטיגט געוואָרען פון אַנדערע בע־אָבאַכטער און פאָרשער פון די זון־פלעקען.

דערביי האָט מען אויך אויסגעפונען, אַז די פלעקען ערשיינען אין בעשטימטע פּ ע ר י אָ ד ע ן . דאָס האָט, לויט די פאָרשונגען אין דיזען יאָהרהונדערט' אַ שייכות מיט דער זון'ס בעגלייטער און מיט די פּ אַ ל ע נ ד ע ש ט ע ר ן , ספּעציעל מיט די דאָזיגע פון נאָ־וועמבער, די זאָגענאַנטע לעאָנידען (זעה קאַפּיטעל איבער די פאַלענדע שטערן). עס נעהמט אונגעפעהר ע ל ף י אָ ה ר ביז די פלעקען מאַכען דורך געוויסע ענדערונגען. אין פערלויף פון צוויי אָדער דריי יאָהר זיינען די פלעקען גרעסער און אויך צאָהלרייכער; נאָכהער הויבען זיי אָן צו ווערען קלענער אין פערלויף פון פינף אָדער זעקס יאָהר. אין אונגעפעהר זעקס יאָהר אַרום ווערען זיי ווידער גרעסער און דער־גרייכען זייער מאַקסימום.

דיזע פעריאָדען פון די זון־פלעקען האָט צוערשט אויסגעפונען דער דייטשער אַסטראָנאָם ש ו ו אַ ב ע, וועלכער האָט זיי געדולדיג נאָכגעשפּירט און געצעהלט דעם גרעסטען טהייל פון זיין לעבען.

פאַר וואָס דאָס איז אַזוי, דאָס בלייבט נאָך אַלץ אַן אָפענע פראַגע, אָבוואָהל מען האָט עס זעהר גרינדליך און פיעלזייטיג נאָכגעפאָרשט. ניט נור זיינען בעשטעטיגט געוואָרען שוואַבע'ס אויספיהרונגען וועגען אַ פלעקען־פעריאָד פון 11 יאָהר, זאָנדערן מען האָט אויך אויסגעפונען אַנדערע פעריאָדען, איינעם פון אונגעפעהר 5 יאָהר, אַן אַנדערען פון אונגעפעהר 8 יאָהר און אַ דריטען פון אונגעפעהר 33 יאָהר.

סברות און השערות וועגען דיזע אַלע ערשיינונגען פעהלען ניט אין דער אַסטראָנאָמישער וועלט; אָבער מיר וועלען זיך דאָ דערמיט ניט פערנעהמען. עס בלייבט אונז נאָך זיך צו בעקענען מיט אַנדערע פּאַסירונגען אויף דער זון, וועלכע מען בעמערקט בעזאָנדערס אין דער צייט פון עקליפּסען, און דאָס וועלען מיר טאָן אין נעקסטען קאַפּיטעל.

קאַפּיטעל 32.

די עקספּלאָזיאָנען און פלאַמען אויף דער זון.

עס איז מערקווירדיג, בעמערקט דער גרויסער אַמעריקאַנער אַסט־ראָנאָם סיימאָן ניוקאָם אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע, אַז די מאָדערנע וויסענשאַפט האָט אונז געצייגט מעהר געהיימניסע אויף דער זון, ווי זי האָט זיי ערקלערט; זאָ דאָס מיר געפינען זיך היינט נאָך ווייטער, ווי פריהער, פון אַ בעפרידיגענדע ערקלערונג וועגען די זון־ערשיינונגען. ווען פערצייטיגע מענשען האָבען אָנגנומען, אַז די זון איז אַ קוגעל פון צושמאָלצענע אייזען, האָבען זיי געהאַט אַן ער־קלערונג, וועלכע איז געוועזען גענוג פאַר די פאָדערונגען פון דער וויסענ־שאַפט אין זייערע צייטען. די פלעקען זיינען ניט געוועזען אַ מיסטעריע פאַר ג אַ ל י ל ע אָ און ש י י נ ע ר (איינער פון די ערשטע פאָר־שער פון דיזע פלעקען), וועלכע האָבען עס אָנגענומען איינפאַך פאַר דונקעלע פלעצער אין דער פאָטאָספערע. אין אונזערע צייטען אָבער,

וואָס מעהר מען פאָרשט אוים און מען ענטדעקט ערשיינונגען אויף דער זון, אַלץ שווערער ווערט עס זיי צו ערקלערען.

ציינכונג 68.—זון־פלאַמען 228,000 קילאָמעטער הויך (די קייקעל אויבען צו דער לינקער זייט שטעלט פאָר די גרויס פון דער ערד אין פראָפּאָרציע צו דיזע פלאַמען).

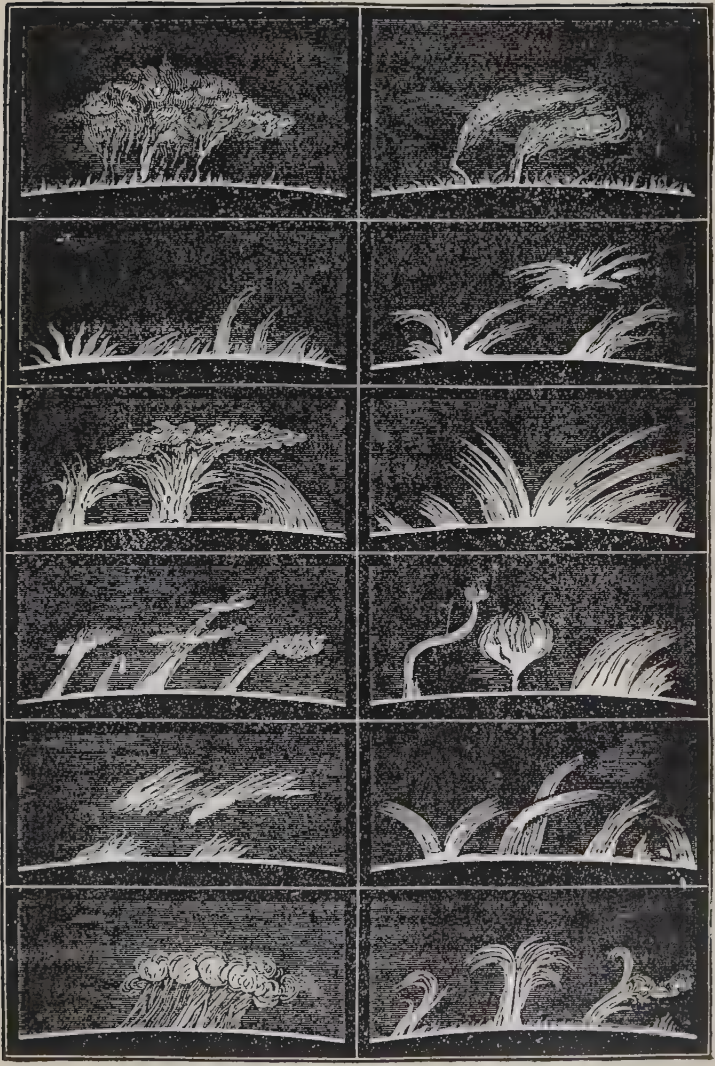
אַט האָט מען אויסגעפונען, אַז אויף דער זון קומען פאָר גוואַלדיגע ענדערונגען, ריעזיגע עקספּלאָזיאָנען, גאַנצע איבערקעהרענעסען. זי איז עפּעס ווי אַ פייערדיגער ים מיט פלאַמענדע וועלען (כוואַליעס), וואָס רייסען זיך הונדערטע טויזענדע קילאָמעטער אין דער הויך, למשל ווי אויף דער צייכנונג 68. אין יוני 1885 האָט מען אין דער אָבסערוואַטאָריע פון מוידאָן אויסגעמאָסטען צוויי אַזעלכע ריעזיגע פלאַמען, אָדער ווי מען רופט זיי אין דער אַסטראָנאָמיע „פּראָמינענצען“, „פּראָטובעראַנצען“, וועלכע האָבען זיך געצויגען ביז 460 טויזענד קילאָמעטער אין דער הויך, אַ דריטעל פון דער זון׳ס דיאַמעטער!

די הויפּטזעכליכע פאָרמען פון אַזעלכע פלאַמען זיינען פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 69. אַט אַזוי רייסען זיי זיך אַרויס פון דער זון בשעת מען בעטראַכט איהרע ראַנדען אין דער צייט פון טאָטאַלע עקליפּסען (פולע ליקוי חמה׳ס).

עס פערשטעהט זיך, אַז אום אַזעלכע פלאַמען, אָדער וואָס דאָס זאָל ניט זיין, זאָלען זיך קענען אַרויסרייסען אַזוי הויך, מוזען ערגעץ אין דער זון, וואַהרשיינליך אין צענטער, פאָרקומען אונגעהייערע איבערקעהרענעסען און עקספּלאָזיאָנען. עס פערשטעהט זיך אויך, אַז אַזעלכע עקספּלאָזיאָנען זיינען ניט צופעליגע, אָדער עפּעס אויסנאַהמען, גראַדע בשעת מען קען זיי דייטליך זעהען אין דער צייט פון אַ טאָטאַלען עקליפּס. מען דאַרף ניט זיין אַן אַסטראָנאָם צו פערשטעהן, אַז דאָס האָט גאָר ניט צו טאָן גראַדע מיט אַזאַ פּאָזיציע פון דער לבנה צווישען דער ערד און דער זון, אַז איהר שאָטען זאָל כמעט אין גאַנצען בעדעקען די זון און אַזוי געבען אונז די מעגליכקייט צו דערזעהן דיזע פלאַמען.

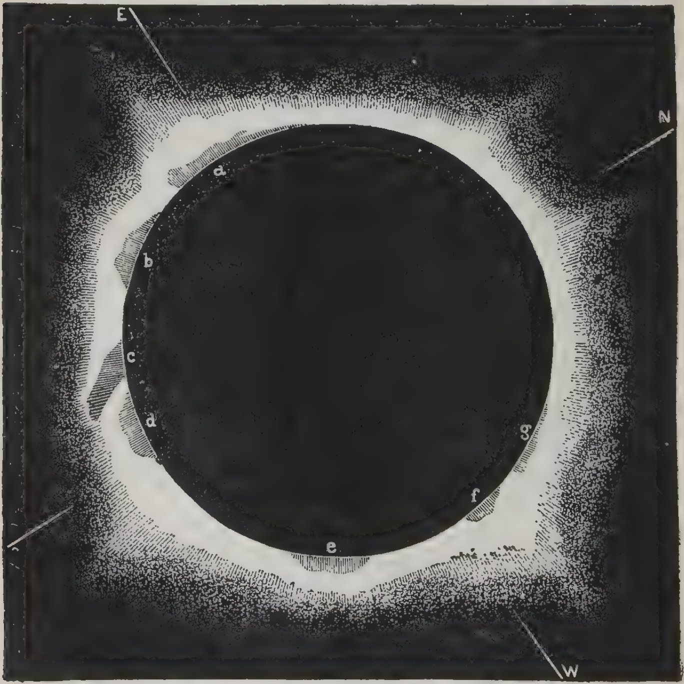
אַזאַ פּאָזיציע טרעפט גראַדע זעלטען, בעזאָנדערס אויף איין און דעם זעלבען אָרט פון דער ערד, און אַסטראָנאָמען קוקען אויס דערויף, אום צו קענען וואָס בעסער בעטראַכטען און פאָטאָגראַפירען, וואָס עס טהוט זיך דאָן אַ ר ו ם ד ע ר ז ו ן, וואָס מען זעהט אויף איהר „קאָראָנאַ (קרוין)“, ווי מען רופט עס אויף דעם אַסטראָנאָמישען לשון.

ווער עס האָט אַמאָל געזעהן אַ פולע ליקוי חמה, וועט עס קיין מאָל ניט פערגעסען. דאָס איז אַ וואונדערשעהנע ערשיינונג, פּשוט בעצויבערנד. אַזוי לאַנג ווי אַ טהייל פון דער זון בלייבט נאָך אויסערהאַלב דעם שאָטען פון דער לבנה, בעמערקט מען ניט עפּעס אונגע-



ציכנונג 69.—פערשיעדענע געשטאַלטען פון די זון־פלאַמען.

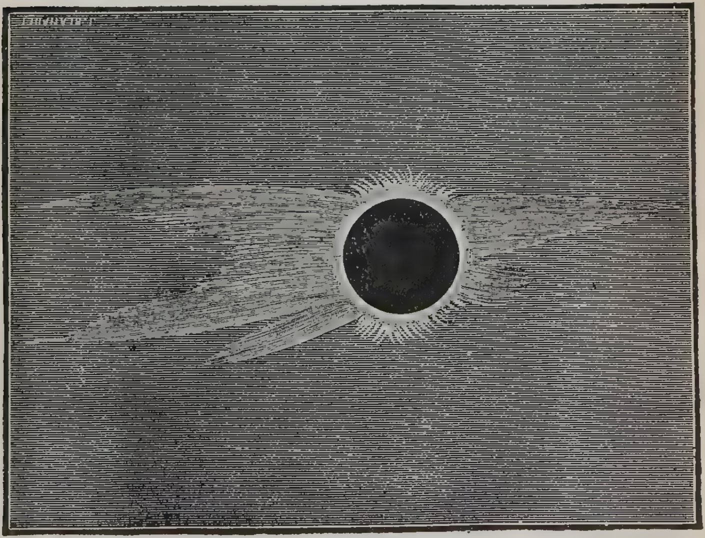
וועהנליכעס ארום דער זון. אָבער ווי נור דער עקליפּס ווערט טאָטאל, דאַן דערזועהט מען ראָזען־פאַרביגע פלאַמען פון פערשיעדענע פאָרמען אַט ווי אויף דער צייכנונג 69, ארויסרייסענדיג זיך פון פערשיעדענע פונקטען ארום דעם שווארצען קרייז. מען זעהט דאַן דעם שאָטען פון דער לבנה, שוואַרץ ווי טינט, אַרומגערינגעלט מיט א שיינענדער קרוין, עפּעס אזוי ווי מאַהלערס שטעלען פאַר די „שכנה" ארום די קעפּ פון הייליגע. אַט דיזען שיין רופט מען עס, ווי געזאָגט, „קאָראָנאַ". לויט גרינדליכע פאָרשונגען פון אַסטראָנאָמען און פיזיקער אין אונזערע יאָהרען, בעשטעהט דיזע קאָראָנאַ פון פיצעלעך מאַטעריע, וועלכע ווערען ארויסגעשטויסען פון דער זון.



צייכנונג 70.—אַ פולע ליקוי חמה, ווי געזעהען אין איאָוואַ דעם 7טען אוגוסט 1869.

דער שאָטען פון דער לבנה בעדעקט קיין מאָל ניט אין גאַנצען די זון. יעדענפאַלס רייסען זיך די שטראַהלען ארוים פון די זייטען פון דער זון און זיי ווארפען אַ געוויסען שיין אויף דער ערד. ווי די זון זעהט אויס וועהרענד אַ טאָטאַלען עקליפּס, איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 70.

אָט אזוי האָט מען געזעהן די זון אין דעסמאָינס, אייאָווא, דעם 7טען אָגוסט 1869. די בוכשטאַבען a, b, c, d, א. ז. וו. מארקירען די פּאָזי־ציעס פון אַזעלכע פלאַמען.

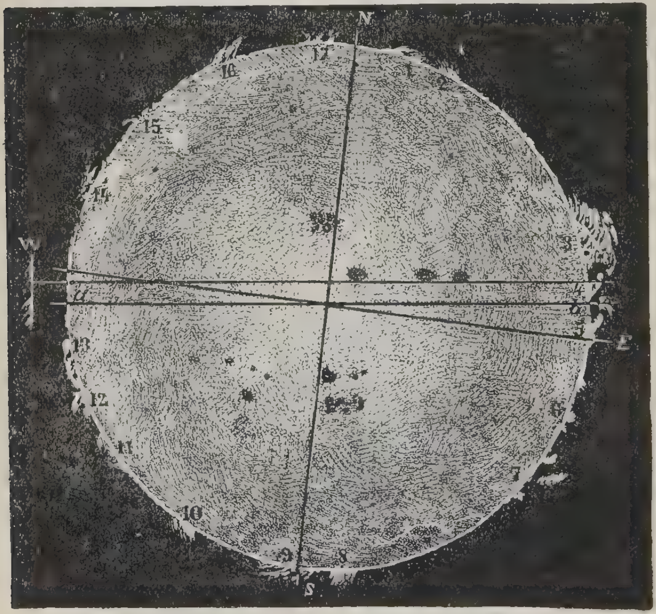


צייכנונג 71.—טאָטאַלער עקליפּס פון דער זון, ווי געזעהען אין קאַליפאָרניאַ דעם 1טען יאַנואַר 1889.

אויף דער צייכנונג 71 איז פאָרגעשטעלט אַ פולע ליקוי חמה, ווי געזעהען דעם 1טען יאַנואר 1889, אין קאַליפאָרניאַ. די שטראַהלען פון דער זון האָבען זיך דאָן געצויגען צו דער וועסט־זייט אונגעפעהר דריי מאָל אַזוי לאַנג ווי דער דיאמעטער פון דער זון. אַזוי האָט אויך פּלאַ־

מאַריאַן געזעהען די פולע ליקוי חמה אין שפּאַניען, דעם 28טען מאַי, 1900.

נאָך זעהר אויפמערקזאַמע און גרינדליכע בעאָבאַכטונגען און פאָר־שונגען וועגען דיזע פּראָטובעראַנצען האָט מען פעסטגעשטעלט, אז די קאָראָנאַ האָט ניט אַזאַ צירקולערע פאָרם, ווי מען האָט עס פריהער גע־מיינט. די אויסערע ליניע איז אַזאַ אונרעגעלמעסיגע, ווי מיר זעהען עס אויף די צייכנונגען 70 און 71 און ווי דאָס איז אויך פאָרגעשטעלט געוואָרען פון דעם שוין אויבען דערמאָנטען איטאַליענישען אַסטראָנאָם ס ע ק י אויף דער צייכנונג 72. אַזוי האָט דיזער קאַטוילישער גלח, וועלכער האָט זיך אונשטערבליך געמאַכט ספּעציעל מיט זיינע פאָר־שונגען איבער דער זון, געזעהן איהר דיסק דעם 23טען יולי 1871. די



צייכנונג 72.—די זון מיט איהרע פלעקען, קאָראָנאַ און פלאַמען דעם 23טען יולי 1871, ווי געצייכענט פון דעם אַסטראָנאָם ס ע ק י

ציפער ביי איהר ראַנד מאַרקירען די ערטער, פון וואַנען עס האָבען זיך געצויגען די פלאַמען. אַזעלכע ערטער זיינען דאָן געווען 17 אין צאָהל. די דונקעלע ערטער בעצייכענען עס די פלעקען, וואָס מען האָט דאָן געזעהן אויף דער זון. וואָס אָנבעלאַנגט די גלייכע ליניעס אויף דער צייכנונג 72, האָבען זיי גאָר ניט צו טהאָן מיט'ן עקליפּס. איינע פון זיי בעצייכענט די אַקס פון דער זון מיט איהרע פּאָלען; די אַנדערע דריי ליניעס בעצייכענען דעם עקוואַטאָר פון דער זון און די וועגען פון גע־וויסע פלעקען אין דער נאַכבאַרשאַפט פון דעם עקוואַטאָר.

אויף דער צייכנונג 72 זיינען אַזוי פאָרגעשטעלט אין אַלגעמיין די וויכטיגסטע ערשיינונגען, וואָס מען קען זעהען אויף דער זון מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען און ספּעקטראָסקאָפּען אין פערשיעדענע צייטען.

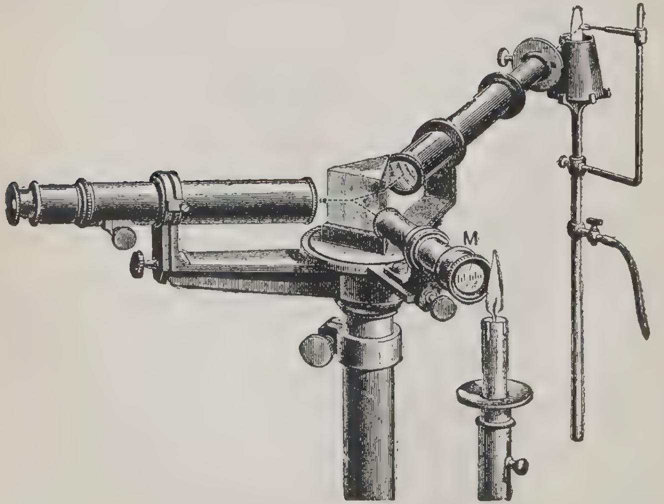
וואָס אָנבעלאַנגט די ש ט אָ פ ע ן, פון וועלכע די קאָראָנאַ מיט די פלאַמען בעשטעהען, קען מען עס אויסגעפינען דורך דעם זעלבען מיטעל, וואָס מען געברויכט צו דערגעהן, וואָס פאַר יסודות עס געפינען זיך אויף דער זון און אויף אַנדערע הימלישע קערפּערס. דיזער מיטעל טראָגט עס דעם נאָמען ס פּ ע ק ט ר אַ ל אַ נ אַ ל י ז, און מיט איהם וועלען מיר זיך בעקענען אין דעם נעקסטען קאַפּיטעל. דאָ וועלען מיר דערווייליג איבערגעבען, דאָס מען האָט מיט דער הילפע פון דיזען מיטעל בעשטימט, אַז די זון איז אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע וואָס בעשטעהט הויפּטזעכליך פון דעם זעהר לייכטען גאַז ו ו אַ ס ע ר־ש ט אָ ף (הײַדראָזשען אויף ענגליש). די פּראָ־טובעראַנצען בעשטעהען אויך פון דיזען גאַז. דיזער טהייל פון דער קאָ־ראָנאַ ווערט גערופען „כראָמאָספערע“ (פון דעם גריכישען וואָרט „כראָ־מאָס“, וואָס בעדייטעט קאָליר). איבער דער פאָטאָספערע ציהט זיך עס די כראָמאָספערע, וואָס לאָזט זיך זעהען אין דער צייט פון טאָ־טאַלע עקליפּסען פון דער זון.

קאַפּיטעל 33.

וואָס און ווי ליכט-שטראַהלען דערצעהלען פון דער זון און פון אַנדערע הימלישע קערפּערס.

די זעלבע זון-שטראַהלען, וואָס ברענגען אונז ליכט, וואַרימקייט און אויך געוויסע כעמישע ענדערונגען, דערצעהלען אונז פאַר איין גאַנג, וואָס פאַר אַ שטאָפען עס געפינען זיך אויף דער זון. למשל, זיי לאָזען אונז וויסען, אַז דאָרטען געפינען זיך אייזען, קופּער, זילבער און פערשיעדענע אַנדערע מעטאַלען.

ווי אַזוי אָבער דערצעהלען זיי עס אונז אַזעלכע סודות? ווי אַזוי ווערען מיר עס געוואָהר? דערויף קען מען ענטפערען מיט איין וואָרט: ספּעקטראָסקאָפּ. דאָס איז אַזאַ אינסטרומענט, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 73. קיין וואונדער שטעקט ניט אין איהם, אַט אין די 3 רעהרען, פון וועלכע ער בעשטעהט. אין דיזע רעהרען



צייכנונג 73. — אַ ספּעקטראָסקאָפּ.

געפינען זיך ספּאַקטיוועז, אַזוי ווי אין טעלעסקאָפּען אָדער מיקראָסקאָ־פּען. דער מעכאַניזם פון דיזען אינסטרומענט אין אייגענטליך איינ־פאַכער, ווי פון אַ זייגער, פון אַ שפּיעלקאַסטען, פון אַ טעלעגראַף־אַפּאַ־ראַט, א. ז. וו. ער איז געבויט אויף דעם זעלבען פּרינציפּ, אויף די זעלבע מעלות פון ליכט, ווי אַ געוועהנליכער בינאָקל (אָפּערא גלאָז) און ווי פּשוט'ע ברילען.

אום צו פערשטעהן, ווי אזוי מען איז אין שטאַנד אויסצוגעפינען דורך אַזאַ אינסטרומענט, ווי אַ ספּעקטראָסקאָפּ, וועלכע שטאָפּען עס גע־פינען זיך אויף ש י י נ ע נ ד ע הימלישע קערפּערס, דאַרף מען צו־ערשט האָבען אַ שטיקעלע ידיעה אין דעם טהייל פון דער פיזיק, וואָס מען רופט אָ פּ ט י ק ס און וואָס האָט צו טאָן מיט ליכט־ערשיי־נונגען בכלל. אין דיזען קאַפּיטעל וועל איך פּרובירען געבען אַזאַ ידיעה דעם לעזער, ווי איך האָב שוין דאָס עטליכע מאָל פערשפּראָ־כען אין פאָריגע קאַפּיטלעך, ווען עס איז מיר אויסגעקומען איבערצו־געבען, אַז מיט דער הילפע פון אַזאַ פאָרשונגס־מיטעל, וואָס טראָגט דעם נאָמען „ספּעקטראַל אַנאַליז", קען מען דערגעהן, אַז אויף דער זון, ווי אויך אויף אַנדערע שטערן, געפינען זיך אַזעלכע גרונד־שטאָפּען, עלעמענטען אָדער יסודות, ווי אויף דער ערד.

אין לאַנגע בעטראַכטונגען איבער דעם, וואָס אַזוינס איז ליכט, וועל איך זיך דאָ ניט אַריינלאָזען. דאָס וועט אונז אוועקשלעפּען צו ווייט און דאָס איז אויך ניט נויטיג פאַר אונזער ענין, וועלכער בע־שטעהט אייגענטליך אין אַן ערקלעהרונג, ו ו י א ז ו י מ ע ן ו ו י י ס גאַנץ פּאָזיטיוו, וואָס פאַר אַ שטאָפּען עס געפינען זיך אויף דער זון. נור אַז מיר האַלטען שוין דערביי, לאָמיר הערען, וואָס די וויסענ־שאַפטליכע פאָרשער פון אונזערע צייטען האָבען אויסגעפונען, נאָך פילע פּראָבעס און קאָפּ־ברעכענעס, אויך וועגען דיזען שיינענדען אָבער דאָך ד ו נ ק ע ל ס ט ע ן טהייל פון דער נאַטור.

וואָס איז אייגענטליך ליכט? ווי אַזוי זעהען מיר די וועלט? ווי אַזוי שטראַהלט אַ שיינענדער קערפּער און אויף וועלכען וועג דער־גרייכען זיינע שטראַהלען צו אונזערע אויגען?

זייט טויזענדע יאָהרען זוכט מען אַן ענטפער אויף דיזע פראַגען, שרייבט פלאַמאַריאָן. די אַמאָליגע פילאָזאָפען האָבען געמיינט, אַז פון אונזערע אויגען רייסען זיך אַרויס שטראַהלען אַנטקעגען די אויסערע

זאַכען. ניוטאָן, פּערקעהרט, האָט געדענקט, אַז זאַכען לאָזען אַרויס שיינענדע פּיצעלעך, וועלכע טראָגען זיך אַרום און דערגרייכען אויך אַזוי צו אונזערע אויגען. אָבער די פיזיקער י אַ נ ג און פ ר ע נ ע ל האָבען בעוויזען, אַז שיינענדע קערפּערם לאָזען גאָר ניט אַרויס פון זיך אירגענד וועלכע מאַטעריעלע טהיילען, נור זיי טרייסלען אויף, ברענגען אין אַ געוויסער בעוועגונג, וויברירען, ווי מען זאָגט עס בלשון פּיזיק, אַ געוויסע פ ל י ס י ג ק י י ט, אַט אַזוי ווי למשל וואַסער הויבט אָן צו מאַכען קרייזען, רופט אַרויס וועלען (כוואַליעס) ווען מען שלייַ־דערט אַריין אַהין אַ שטיינדעל. די דאָזיגע געהיימניספאָלע פליסיגקייט, וועלכע איז אַזאַ לייכטע, אַז זי האָט כמעט גאָר קיין געוויכט ניט, און וועלכע איז צושפּרייט איבער דעם גאַנצען וועלט־רוים, איז געקרוינט געוואָרען מיט'ן נאָמען ע ט ה ע ר.

די עקזיסטענץ פון אַזאַ פליסיגקייט ווערט בעשטעטיגט דורך אַ סך פּראָבעס און אויך דורך אַלע ערשיינונגען אין פערבינדונג מיט ליכט. דאָס איז ניט סתם עפּעס אַן השערה, נור אַ וויסענשאַפטליך־בעגרינ־דעטע טהעאָריע. אַט אַזוי ווי מיר דערגעהען וועגען דער עקזיסטענץ פון אַן אַטמאָספּערע אַרום דער ערד, פּשוט גערעדט, פון לופט, אָבוואָהל מיר זעהען איהר ניט און מיר קענען אויך ניט אָנטאַפּען איהר — און דאָס קענען מיר דאָך דערגעהן נור דורך געוויסע ע ר ש י י נ ו נ ג ע ן אין פערבינדונג מיט דער לופט, דורך געוויסע, זאָ צו זאָגען, מאַני־פעסטאַציעס, אַט ווי ווינטען, דרוק, אויספּאַמפּונגען, א. ז. וו. — אַזוי דערגעהען מיר וועגען דער עקזיסטענץ פון אַזאַ שטאָף, גענאַנט עטהער, וואָס פילט אָן דעם גאַנצען וועלט־רוים און וואָס דורך זיינע וויבראַצי־אָנען קענען מיר זעהען זאַכען אַרום אונז.

דאָך געפינען זיך נאָך עד היום מיליאָנען און מיליאָנען מענשען אין דער ציוויליזירטער וועלט, וואָס גלויבען אַלץ באמונה שלמה אין דער ביבלישער מעשה בראשית, לויט וועלכער אונזער זינדיגע ערד איז ניט נור בעלויכטען געוועזן פ ר י ה ע ר, איידער די זון איז בע־שאַפען געוואָרען, זאָנדערן אַז אָהן דער זון זיינען אויך געוועזן טעג און נעכט!... פון וואַנען זאָל זיך נעהמען שיין אויף דער ערד אָהן אַ זון, אָהן אַ לבנה און אָהן שטערן?

דער דאָזיגער עטהער אַליין לייכט ניט, אַזוי ווי די לופט אַליין קלינגט ניט. דער עטהער קומט נור אין געוויסע בעוועגונגען דורך שיי־

נענדע קערפּערס, אזוי ווי די לופט קומט אין געוויסע בעוועגונגען דורך קלינגענדע קערפּערס. דאָס זיינען וועלען־אַרטיגע בעוועגונגען, געגאַנט וויבראַציאָנען, נור מיט פערשידענע שנעלקייטען.

בשעת מיר וואַרפען אַ שטיין אין וואַסער, זעהען מיר די וועלען, וועלכע ענטשטעהען דורך דעם. מיר זעהען זיי, ווייל דיזע בעוועגונג איז אַ לאַנגזאַמע. די וועלען, וועלכע ווערען אַרויסגערופען דורך אַ קלאַנג אין דער לופט, טראָגען זיך שוין פיעל־פיעל שנעלער. מיט דער הילפע פון פערשיעדענע אינסטרומענטען האָבען פיזיקער אויסגעמאָסטען דיזע בעוועגונגען.

די שנעלקייט פון אַ קלאַנג דורך די לופט איז דורכשניטליך 340 מעטער אַ סעקונדע (דיזע שנעלקייט ענדערט זיך עטוואָס מיט דער געדיכטקייט אין טעמפּעראַטור פון דער לופט). ערשט ווען דיזע וויבראַציאָנען פון דער לופט דערגרייכען צו אונזער אויער, הערען מיר קלאַנגען; אָבער ניט אַנדערס.

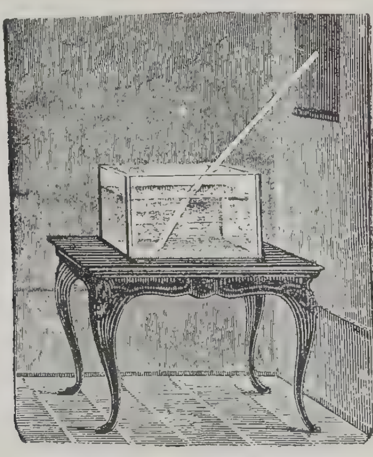
וואָס אָנבעלאַנגט די שנעלקייט, מיט וועלכער ליכט טראָגט זיך דורכ׳ן עטהער, ווייסען מיר שוין פון דעם קאַפּיטעל, אין וועלכען עס זיינען איבערגעגעבען געוואָרען די פערשיעדענע מיטלען צו מעסטען די וויטקייט פון דער זון, אַז זי איז 300,000 קילאָמעטער אַ סעקונדע. דיזע וואונדערבאַרע שנעלקייט (אין רונדע ציפער 880 טויזענד מאָל שנעלער פאַר׳ן קלאַנג) האָט מען צוערשט אויסגעפונען דורך די בעוועגונגען פון יופּיטער׳ס לבנות, און דאָס איז נאכהער בעשטעטיגט געוואָרען דורך פיעלע פּראָבעס, ווי דאָס ווייס יעדער איינער, וועלכער האָט געלערענט פיזיק. מיט דער הילפע פון אַ שפּיעגעל, וואָס מען דרעהט זעהר שנעל, האָט מען די מעגליכקייט אויסצומעסטען אַפּילו אַ מיליאָנסטעל טהייל פון אַ סעקונדע אַזוי פּינקטליך, ווי איהר קענט, למשל, אויסמעסטען מיט אַ גראַדואירטען מעטער (דאָס מיינט צוטהיילט אין קלענערע טהיילען) אָדער יאַרד די לענג פון אַ ברעט.

רעפראַקציאָן און ספּעקטער.

נור ווי מיר זאָלען זיך ניט ערקלערען די **אורזאַך פון ליכט**, ענדערט עס דאָך ניט די נאַטירליכע ערשיינונגען. די שטראַהלען פון דער זון וועלען זיך טראָגען צו אונז מיט זייער נאַטירליכער

שנעלקייט, אויב מיר וועלען גאָר ניט זיין אין שטאַנד דאָס אויסצו־מעסטען. אזוי איז עס אויך מיט דער מעלה פון שטראַהלען, וועלכע איז דאָ פאר אונז ספּעציעל וויכטיג, נעמליך: די מ ע ל ה צ ו ב ר ע־כ ע ן ז י ך, אָדער ווי מען רופט עס בלשון פיזיק, רעפראַקציאָן.

ווער האָט עס ניט געזעהען, למשל, אַ לעפעלע אין אַ גלאָז טהעע עפּעס ווי א י ב ע ר ג ע ב ר אָ כ ע ן? דאָס איז דאָך אַזאַ געוועהנליכע ערשיינונג, אַז מען טראַכט גאָר ניט וועגען דעם. אָבער ניט נור זיינען אויף דער דאָזיגער ערשיינונג בעגרינדעט אַלערליי קינסטליכע גלעזער, אַלערליי ספּאַקטיוועז, אַלערליי ברילען, טעלעסקאָפּען און מיקראָסקאָ־פּען, זאָנדערן אויך אונזער קענטשאַפט איבער די ש ט אָ פּ ע ן פון דער זון און פון אַלע אַנדערע הימלישע קערפּערס.



צייכנונג 74.—ווי ליכט־שטראַהלען ברעכען זיך אין וואַסער.

לאָמיר עס טאַקע דאָ בעטראַכטען. אָט ווען מיר זאָלען מאַכען אַזאַ איינפאַכען עקספּערימענט, ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 74, וועלען מיר אויסגעפינען, אַז די שטראַהלען, וועלכע קומען אריין אין אַ דונקעלען צימער דורך אַ שפּעלטעל אין אַ לאָדען אָדער ווענטעל און פאַלען אויף אַ גלעזערנע כלי מיט וואַסער, פּ ע ר־ק י ר ע ו ו ע ן זיך אַביסעל, אָדער ווי מען זאָגט עס געוועהנליך,

ב ר ע כ ע נ ז י ך א י ב ע ר בשעת זיי דרינגען אריין אין וואסער. עס מאכט ניט אויס, פון וואס פאר א קוואל די ליכט־שטראהלען קומען, אדער אין וואס פאר א כלי מיט וואסער זיי דרינגען אריין—ווערען זיי אלץ געבראכען אויף דעם זעלבען שטייגער.

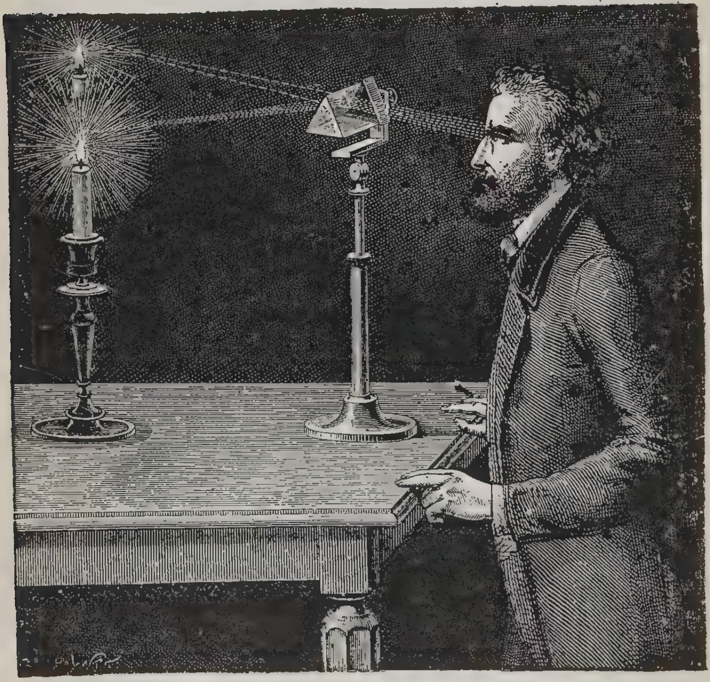
מען דארף אבער ניט מיינען, אז אזא ברעכענעס אדער רעפראקציאן פאסירט נור, ווען א ליכט־שטראהל דרינגט אריין אין וואסער. פיזיקער האבען ניט נור בעוויזען מיט פיעלע עקספערימענטען, אז יעדעס מאל, ווען שטראהלען געהען דורך פון איין זאך אין אן אנדערע, לאמיר זאגען פון לופט אין גלאז, ענדערען זיי זייער ריכטונג, פערקירען זיך אדער ברעכען זיך, זאנדערן האבען אויך מיט דער גרעסטער גענויאיגקייט אויסגעמאסטען די ו ו י נ ק ל ע ן פון אזעלכע ברעכונגען. אויך האבען זיי אויסגעפונען, אז שטראהלען ברעכען זיך בשעת זיי דרינגען אריין אין דער לופט, אדער אין אנדערע גאזען.

ווען אבער מען לאזט דורך א שטראהל דורך א דריי־קאנטיגע שטיקעל גלאז, אדער ווי מען רופט עס פ ר י ז ם, דאן זעהט מען ניט נור ווי ער ברעכט זיך, זאנדערן אויך, ווי ער ווערט, זא צו זאגען, צוטהיילט און צושפרייט אין די ק א ל י ר ע ן פ ו ן א ר ע ג ע ן־ב ו י ג ע ן. מען בעקומט דאן א געפארבטען פאס, וואס מען רופט מיט'ן לאטיינישעןווארט: ס פ ע ק ט ע ר. יעדער איינער האט געווים געקוקט דורך אזעלכע דריי־קאנטיגע גלעזלעך און האט דערביי, נאטירליך, געזעהען אלץ די קאלירען פון א רעגען־בויגען, וואס עס איז דער ס פ ע ק ט ע ר פ ו ן ד ע ר ז ו ן.

קוקענדיג דורך א פריזם אזוי ווי אויף דער צייכנונג 75, וועט איהר אויך זעהן דעם פלאם און דעם לייכטער אויף אן אנדער ארט. דאס איז גאנץ איינפאך, ווייל די שטראהלען פון'ם פלאם פערקירעווען זיך אין דער פריזם, און דאן זעהען מיר זיי שוין אין אן אנדער ווענדונג. אנשטאט צו האלטען די פריזם צוגעפיקסט, אזוי ווי אויף דיזער צייכנונג, קענט איהר זי האלטען אין די הענד. אלץ וועט זיך אייך דוכטען, אז דער פלאם איז ניט אויף דעם ארט, וואו ער געפינט זיך אין דער ווירקליכקייט. דאס איז א רעזולטאט פון רעפראקציאן.

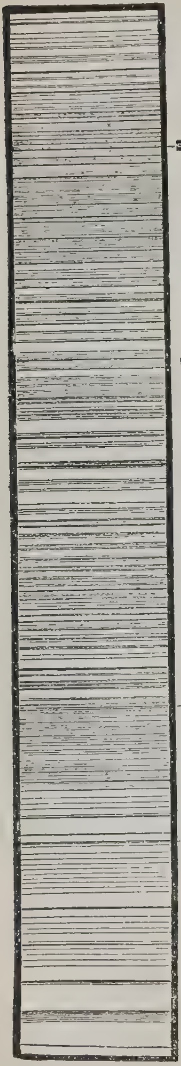
די הויפט־קאלירען פון א רעגען־בויגען זיינען, ווי יעדער איינער וויים עס, וויאלעט, אינדיגא, בלוי, גרין, געל, אראנזש און רויט. דיזע זיעבען קאלירען ווארפען זיך אויך אין די אויגען, ווען מען קוקט דורך א פריזם. לאמיר דא פערבייגעהענדיג בעמערקען, אז א רעגען־בויגען

איז אויך ניט מעהר, ווי אַ ספעקטער. דאָס קומט דערפון, וואָס די ליכט־שטראַהלען ברעכען זיך דורך די טראָפּענדלאַך פון רעגען. אַזעל־כע רעגען־בויגענס, נאַטירליך, אין אַ קלענערער מאָס, זעהט מען ביי וואַסער־פאַלען און בכלל, ווען וואַסער שפּריצט אין קליינינקע טראָפּענס בשעת די זון וואַרפט אויף זיי איהרע שטראַהלען.



ציוכנונג 75.—ווי אַזוי מען זעהט אַ פלאַם דורך אַ פּריזם ניט אויף דעם אָרט, וואו ער איז באמת.

פאַר וואָס אָבער זעהען מיר אַ קאָליר־טען פּאַס, אַ ספעקטער, ווען די ווייסע שטראַהלען פון דער זון קומען אַרויס פון אַ פּריזם? וואָס פיהרט צו אַזאַ וואונדערליכע ענדערונג? די



פיזיק ענטפערט דערויף, אז די זונען־שטראַהלען, דאָס וואָס מיר רופען ווייסע ליכט, זיינען אין דער אמת'ן צוזאַמענגעשטעלט פון אַזעלכע, וועלכע האָבען פערשיעדענע קאָלירען. די צאָהל פון אַזעלכע קאָליר־שטראַהלען איז פיעל־פיעל גרעסער, ווי דאָס דוכט זיך בשעת מען דערלאַנגט אַ קוק אויף אַ זון־ספּעקטער. אַט ווען מען בעטראַכט אַזאַ קאָלירטע פּאַס מיט אַ פערגרעסערונגס־גלאָז, דערזעהט מען ניט נור זעהר פיעל שאַטירונגען, זאָנדערן אויך אַ סך דונקעלע ליניעס אין בעשטימטע פּאָזיציעס צווישען די פאַרביגע ערטער דאָרטען, ווי דאָס איז מאַרקירט אויף דער צייכנונג 76. דיזע ליניעס טראָגען דעם נאָמען פון דעם דייטשען אָפּטיקער פראַונהאָפער, וועלכער האט זיי אויסגעפאָרשט אין 1815.

ווער עס וויל זיך איבערצייגען, אַז ווייסע ליכט בעשטעהט פון אַ געמישעכץ פון קאָלירטע שטראַהלען, דער קען נאָכמאַכען איינעם פון ניוטאָן'ס עקספּערימענטען, נעמליך: צוזאַמענמישען פּראַשקעס, וואָס האָבען די הויפּט קאָלירען פון אַ רעגען־בויגען. דיזע געמישעכץ וועט דאַן אויסזעהן ווייס.

ווען מיר זעהען זאַכען, וואָס האָבען געווייסע קאָלירען, קומט עס דערפון, וואָס זיי שלינגען איין אָדער אַבסאָרבירען אַלע שטראַהלען אויסער די דאָזיגע, וועלכע האָבען די זעלבע קאָלירען, ווי דיזע זאַכען. למשל, ווען מיר זעהען אַ גרינע לאָנקע, איז עס דעריבער, ווייל די גראָז אַבסאָרבירט אַלע אַנדערע שטראַהלען פון דער זון, אויסער די גרינע. אַ זאַך זעהט אויס ווייס אין אונזערע אויגען דאַן, ווען זי

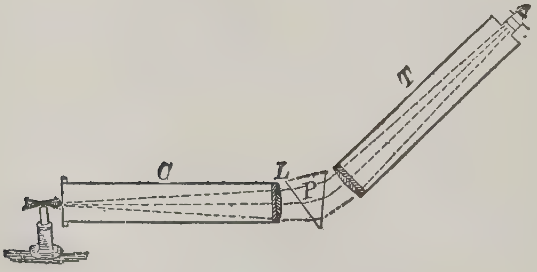
צייכנונג 76. — די הויפּט־ליניעס פון אַ זון־ספּעקטער.

שלינגט ניט איין די ליכט־שטראַהלען, נור שפּיגעלט זיי אָפּ, אָדער רעפלעקטירט זיי. פערקעהרט, אַז זאַך זעהט אויס שוואַרץ אין אונזערע אויגען, ווען זי שלינגט איין אַלע שטראַהלען און רעפלעקטירט ניט קיינע פון זיי.

די אורזאַכע, וואָרום ווייסע שטראַהלען פון דער זון צייגען אַ ספּעקטער, ווען זיי מאַכען אַ רייזע דורך אַ פּריזם, ליגט אין דעם, וואָס די פערשיעדען־קאָלירטע שטראַהלען ברעכען זיך ניט אין דער זעלבער מאָס, אָדער ווי מען זאָגט עס בלשון פיזיק, האָבען ניט דעם זעלבען ווינקעל פון רעפראַקציאָן. זיי פערקירעוועז זיך אין פערשיעדענע ריכטונגען: די רויטע פערקירעוועז זיך אַם וועניגסטען און די וויאָלעטע אַם מעהרסטען.

ספּעקטראָסקאָפּ.

יעצט, ווען מיר ווייסען שוין עפּעס וועגען רעפראַקציאָן און אַ ספּעקטער, וועט אונז ניט שווער זיין צו פערשטעהן, וואָס דאָס איז אַזוינס אַ ספּעקטראָסקאָפּ. די וויכטיגסטע טהיילען פון דיזען אינסטרומענט זיינען פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 77.



צייכנונג 77.—ווי שטראַהלען ברעכען זיך און דערגרייכען צום אויג דורך אַ ספּעקטראָסקאָפּ.

דאָס זיינען אייגענטליך צוויי קליינע טעלעסקאָפּען מיט אַ פּריזם צווישען זיי. דער טעלעסקאָפּ צו דער לינקער זייט (בעצייכענט מיט'ן בוכשטאַב C) ווערט גערופען „קאָלימאַטאָר“, פון אַ לאַטיינישען וואָרט

וואָס בעדייטעט: ברענגען אין פּאַראַלעל ליניעס. די ריכטונגען פון די שטראַהלען ווערען געצייגט דורך די געפּינטעלטע ליניעס. דער שיין פון אַ פלאַם קומט אריין אין קאָלימאַטאָר דורך אַ שפּעלטעל, וועלכע מען קען עפענען און צומאַכען מיט דער הילפע פון אַ שרויף (אַט ווי פערצייכענט לינקס). די שטראַהלען געהען דאַן דורך אַזאַ ספּאַקטיוו אָדער לינז (פערצייכענט מיט׳ן בוכשטאַב L) וואָס לאָזט זיי אַרויס פּאַראַלעל, און זיי פאַלען אויף דער פּריזם (פערצייכענט מיט׳ן בוכשטאַב P)׳ וואו זיי ברעכען זיך און בילדען אַ ספּעקטער. דאַן ווערען זיי עמפּפאַנגען פון אַ טעלעסקאָפּ און דערגרייכען אַזוי צו די אויגען פון דעם בעאָבאַכטער.

עס פערשטעהט זיך, אַז די גלעזער און רעהרען פון דעם קאָלימאַ־טאָר און פון טעלעסקאָפּ זיינען אַזוי איינגעריכטעט, אַז מען זאָל קע־נען זעהען וואָס קלאָרער און אויך צושפּרייטער דעם ספּעקטער פון דעם שיינענדען פונקט, וואָס מען עקזאַמינירט. עס פערשטעהט זיך אויך, אַז דער ספּעקטראָסקאָפּ געפינט זיך דאַן אין אַ פינסטערען צימער. מיר האָבען דאָ בלויז דעם פּ ר י נ צ י פּ פון אַ ספּעקטראָסקאָפּ. אַלעם ווייטערעס איז שוין די אַרבייט פון דעם מעכאַניקער און אָפּטיקער. מען פערבעסערט, זעלבסטפערשטענדליך, דיזען אינסטרומענט, אום צו קענען וואָס דייטליכער בעמערקען די מינדעסטע שאַטירונגען און ענדערונגען אין די ספּעקטערס פון שיינענדע קערפּערס.

אויף דער אָביגער צייכנונג 73 זעהען מיר אַזאַ פערבעסערטען ספּעקטראָסקאָפּ. ער האָט דריי רעהרען, און אין מיטען געפינט זיך אַ פּריזם. דער קאָלימאַטאָר געפינט זיך דאָרט צו דער רעכטער האַנד מיט אַ פלאַם, וואָס זיין ספּעקטער זעהט מען קוקענדיג דורך דעם טעלעסקאָפּ צו דער לינקער זייט. וואָס אָנבעלאַנגט דעם מיטעלסטען טהייל (פערצייכענט מיט׳ן בוכשטאַב M), איז עס אַ מ י ק ר אָ־מ ע ט ע ר, וואָס ווערט בענוצט, אום צו קענען אויסמעסטען די גרויס און די פּאָזיציעס פון אַ ספּעקטער. דיזע אַלע רעהרען ווערען אַזוי איינגעריכטעט דורך שרויפען, אַז דער בעאָבאַכטער זאָל קענען גלייכצייטיג זעהען וואָס דייטליכער דעם ספּעקטער און די מאָס פון מיקראָמעטער. עס פערשטעהט זיך, אַז מען דאַרף האָבען ערפאַהרונג און געניטקייט אין דעם געברויך פון אַזאַ דעליקאַטען אינסטרומענט

און אויך א שאַרפע אויג צו אונטערשיידען קאָלירען (בעטראַכט די צייכנונג 73 אויף זייטע 293).

א ספּעקטראָסקאָפּ איז, אַלזאָ, קורץ גערעדט, אַן אינסטרומענט צו עקזאַמינירען ספּעקטערם פון שיינענדע קערפּערם.

אָבער ווי אזוי קען מען דורך דיזען אינסטרומענט דערגעהן וואָס פאַר א שטאָפען עס געפינען זיך אויף דער זון, למשל? דאָ קומען אונז צו הילפע די דונקעלע ליניעס, וועלכע שניידען איבער דעם ספּעק־טער פון דער זון, ווי דאָס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 76. אזעלכע ליניעס זיינען דאָך ניט צופעליגע. זיי מוזען, זעלבסטפערשטענדליך, זיין די רעזולטאַטען פון געוויסע אורזאַכען. אַט ווען מען עקזאַמינירט מיט א ספּעקטראָסקאָפּ דעם שיין, וואָס קומט פון א לעמפּעל, פון א פייער, פון ווייס־גליהענדע שטיקלעך אייזען, א. ז. וו., צייגט זיך ארויס, אַז זייערע ספּעקטערם זיינען ניט איבערגעריסען דורך דונקעלע ליניעס. אַלע טהיילען זיינען בעדעקט מיט די קאָלירען, וועלכע קאָ־רעספּאָנדירען אַלע מאָל צום שיין פון די זעלבע קערפּערם.

יעדער גליהענדער שטאָף האָט זיך זיין בעשטימטען ספּעקטער, און דורך דעם קען מען זיי אונטערשיידען און אַנאַליזירען.

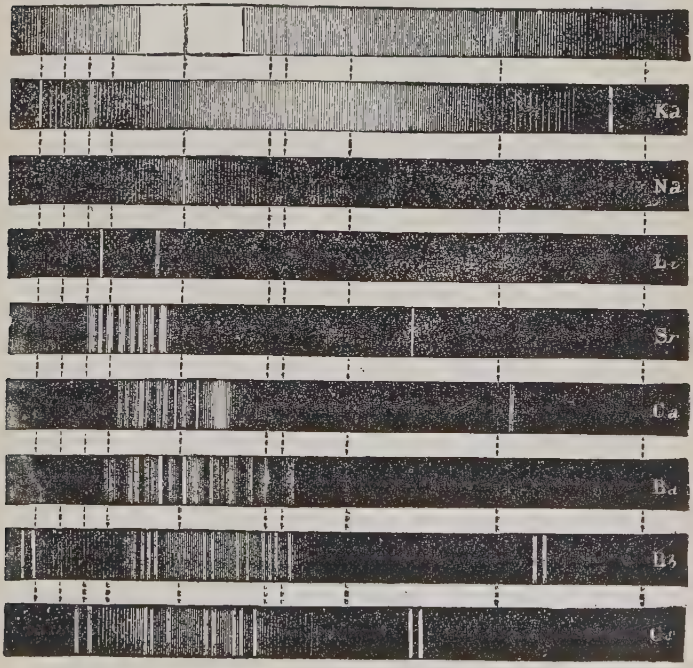
ספּעקטראַל-אַנאַליז.

אַלס ביישפּיעל וועלען מיר דאָ ברענגען די צייכנונג 78, וואו עס זיינען פאָרגעשטעלט 9 פערשיעדענע ספּעקטערם. מיר קענען זיי דאָ ניט איבערגעבען מיט זייערע קאָלירען, ווייל אַלעס ווערט דאָך געדרוקט מיט שוואַרצע טינט. נור די ליניעס, מיט וועלכע זיי אונטערשיידען זיך, זיינען דאָ אָנגעצייגט אויף זייערע ריכטיגע פּאָזיציעס. דער אויבער־שטער פּאַס שטעלט פאָר דעם ספּעקטער פון דער זון. נאכהער קומען די ספּעקטערם פון די מעטאַלען קאַליום, נאַטריום, ליטהיום, סטראָנ־ציום, קאַלסיום, באַריום, רובידיום און סעזיום. יעדער פון דיזע מע־טאַלען לאָזט זיך דערקענען דורך בעזונדערע קאָלירטע ליניעס אין ספּעקטראָסקאָפּ.

אָט אויף דעם דריטען פּאַס, וואָס שטעלט פאָר דעם ספּעקטער פון דעם מעטאַל סאָדיום (אָדער נאַטריום, ווי מען רופט איהם אויך אין דער כעמיע) זעהט מען בלויז צ ו ו י י ג ע ל ע ליניעס גאַנץ נאָ־הענט איינע לעבען די אַנדערע. די פּאָזיציעס און דער קאָליר פון דיזע

ליניעס זיינען שטענדיג די זעלבע. דארום קען מען דורך זיי דערקע־נען דעם דאָזיגען מעטאַל. אַנדערע מעטאַלען און שטאָפען בכלל לאָזען זיך אויך אַזוי דערקענען דורך זייערע כאַראַקטעריסטישע קאָלירטע ליניעס, און אַט דערויף איז עס געבויט דער וואונדערליכער ספּעקט־ראַל אַנאַליז, וועלכער איז שוין דערמאָנט געוואָרען אין איי־ניגע פאָריגע קאַפּיטלעך.

נור ווען מען עקזאמינירט דעם ספּעקטער פון דער זון אָדער פון אירגענד וועלכע זאַך, אריינרעכענדיג אויך די לבנה און פּלאַנעטען,



ציכנונג 78.—דער ספּעקטער פון דער זון (אויבערשטער פאַס) און די ספּעק־טערס פון 8 מעטאַלען (די לאַטיינישע בוכשטאַבען בעצייכענען זייערע נעמען אָדער כעמישע פאָרמולעס).

וואָס ווערט בעלויכטעט פון די זון־שטראַהלען, געפינט מען אַלץ, אַז ער איז איבערגעשניטען, איבערגעקרייצט, ווי שוין געזאָגט, מיט אַ זעהר גרויסע באַהל דונקעלע ליניעס. דאָס זיינען די אויבען־דערמאָנטע פראַוּנהאָפער ליניעס און דאָס איז כאַראַקטעריסטיש פאַר דעם זונען־שיין.

ווען פיזיקער האָבען גענומען גרינדליך נאָכפאָרשען דיזע דונקעלע ליניעס, זיינען זיי געקומען צום שלוס, אַז דאָס פּאַסירט דעריבער, ווייל די אַטמאָספערע פון דער זון שלינגט איין אָדער לאָזט ניט דורך געוויסע שטראַהלען. דער גרויסער ענגלישער אַסטראָנאָם דזשאָהן הערשעל האָט שוין מיט אַ יאָהר 90 צוריק אָנגעוויזען, אַז אויף דיזען וועג, פאָרשענדיג אַלץ די ליניעס פון זון־ספּעקטער, וועט מען קענען דערגעהן עפּעס בעשטימטעס וועגען די שטאָפען פון דער זון.

נור די שוועריגקייט איז געוועזען אויסצוגעפינען, וועלכע שטאָ־פען פון דער זון רופען ארויס דיזע אָדער יענע דונקעלע ליניעס אין איהר ספּעקטער. ערשט אין 1859 האָבען צוויי דייטשע בעמיקער, בונזען און קירכהאָף, בעזייטיגט דיזע שוועריגקייט. נאָך פיעלע פּראָבעס מיט פערשיעדענע שטאָפען האָבען זיי בעוויזען, אַז גליהענדע גאַזען לאָזען פון זיך ארויס אַזעלכע שטראַה־לען, וועלכע זיי אַבסאָרבירען אָדער לאָזען ניט דורך, ווען די ווייסע ליכט־שטראַהלען דרינגען אַהין אריין.

אָט, צום ביישפּיעל, ווען מיר זאָלען אין אַ פלאַם פון אַ ספּירט־לעמפּעל אריינפיהרען אַ פּיצעלע קאָך־זאַלץ, וועט דער פלאַם גלייך געל ווערען, און ווען מיר זאָלען דאַן בעטראַכטען דיזען געלען שיין דורך דעם ספּעקטראָסקאָפּ, וועלען מיר דערזעהען אַ ספּעקטער פון צוויי העל־געלע ליניעס, וועלכע קאָרעספּאָנדירען גאַנץ גענוי צו די פּאָזיציעס פון געוויסע צוויי דונקעלע ליניעס אין דעם זון־ספּעקטער.

נון. געוועהנליכע קאָך־זאַלץ איז אַ בעהעפטונג פון דעם מעטאַל סאָדיום מיט אַ געוויסען געלען און שטיקענדען גאַז, וואָס ווערט גע־רופען כלאָר (זיין זעהר אונאַנגענעהמען גערוך דערשפּירט מען אין כלאָר־וואַסער און אין געוויסע זאַלצען, וואָס ווערען געברויכט צו וואַשען גרעט און בעזאָנדערס צו בלייכען געוויסע זאַכען).

ווען מען זאָל אַנשטאָט קאָך־זאַלץ נעהמען סאָדאַ (קאַרבאָנייט און סאָדאַ), אָדער אַ אַנדער זאַלץ, וואָס ענטהאַלט דעם מעטאַל סאָ־דיום, וועט מען אַלץ בעמערקען אין זייער ספּעקטער די דאָזיגע צוויי העל־געלע ליניעס. דערפון בלייבט צו דרינגען, אַז דאָס איז דער ספּעק־טער פון דיזען מעטאַל. מען רופט זיי טאַקע „סאָדיום ליניעס“.

אַזוי ווי אין דעם ספּעקטער פון דער זון געפינט מען דיזע ליניעס ניט געל בעלויכטען, נאָר גראַדע גאָר אָהן אַ קאָליר, דונקעל, בלייבט דערפון צו שליסען, אַז אין דער פלאַמענדער אַטמאָספערע פון דער זון געפינט זיך דיזער מעטאַל אין דעם צושטאַנד פון אַ גליהענדען גאַז. דאָן לאָזט ער דורך אַלע אַנדערע קאָלירטע שטראַה־לען פון דער זון אויסער די העל־געלע. וועלכע ווערען פון איהם פערהאַלטען אָדער איינגעשלונגען.

ווען מיר זאָלען נעהמען אַ זאַלץ פון אַן אַנדער מעטאַל, לאָמיר זאָגען פּאָטאַש (דאָס איז אַ געוויסע בעהעפטונג פון דעם מעטאַל פּאָ־טאַסיום אָדער קאַליום), און האַלטען אַ פּיצעלע דערפון אין דעם פלאַם פון אַ ספּירט־לעמפּעל, וועט דער ספּעקטראָסקאָפּ דאָן צייגען געוויסע בעלויכטענע ליניעס, אָבער גאַנץ אַנדערס קאָלירט און אויך אין גאַנץ אַנדערע פּאָזיציעס, ווי די סאָדיום־ליניעס. מאַכענ־דיג אַזעלכע פּראָבעס מיט אַלע מעטאַלען און יסודות בכלל, האָט מען אויסגעפונען און פעסטגעשטעלט זייערע ליניען־ספּעקטערס און דאַן דאָס פערגליכען מיט די דונקעלע ליניעס אין דעם זון־ספּעקטער, אום צו זעהען, אויב אַזעלכע יסודות געפינען זיך אין דער פלאַמענדער אַטמאָספּערע פון דער זון אָדער ניט.

דאָס איז אין קורצען דער ספּעקטראַל אַנאַליז. געוועהנליך געברויכט מען פאַר אַזעלכע ספּעקטראָסקאָפּישע פאָרשונגען די פלאַמען פון לעמפּלאָך, וואָס טראָגען בונזען׳ס נאָמען. דאָס איז נעמליך דער פלאַם פון דעם געוועהנליכען ברען־גאַז אָדער בעלייכטונגס־גאַז, אַז ער ווערט אָנגעצונדען בשעת ער קומט אַרויס צוזאַמען מיט לופט דורך אַ לעכעל. אַזוי ברענט דאָך דער בעלייכטונגס־גאַז מיט אַ געלען פלאַם, אָבער ווען ער ווערט געמישט מיט לופט, ברענט ער שוין מיט אַ בלויען פלאַם. דאָס ווייס היינט יעדער איינער, ווער ער געברויכט נור אַ גאַז־אויוועלע.

אָט דאָס איז *בונזען׳ס לעמפּעל*. אָהן אַזעלכע לעמפּעלעך קען מען זיך ניט אַ ריהר טאָן אין אַ כעמישע לאַבאָראַטאָריע. אַזאַ בלויליכער, דורכזיכטיגער פלאַם איז זעהר הייס, און ווען מען פיהרט אַהין אריין (געוועהנליך אין אַ פּלאַטינום־דרעטעל) אַ פּיצעלע פון אַ זאַלץ, ווערט דער מעטאַל דאָרטען צוגליהט און בעלויכט דאַן דעם פלאַם מיט זיינע כאַראַקטעריסטישע קאָלירען, זאָ דאָס מען קען זעהען זיין ליניען־ספּעקטער דורך אַ ספּעקטראָסקאָפּ. פאַר מעטאַלען, וועלכע פאָדערען גאָר אַ הויכע טעמפּעראַטור, אום צוגליהט צו ווערען, געברויכט מען אַנדערע מיטלען, ווי אַ בונזען׳ס לעמפּעל.

דאָס איז אויך אַ וואונדערליך־עמפּפינדליגער מיטעל צו ענטדעקען און דערשפּירען פערשיעדענע שטאָפען. דער מינדעסטער שפּור פון אַ יסוד לאָזט זיך זעהען אין ספּעקטראָסקאָפּ דורך זיינע כאַראַקטעריסטישע ליניעס. אַזוי האָבען בונזען און קירכהאָף ענטדעקט צוויי מעטאַלען, נעמליך: *סעזיום* און *רובידיום*, פון וועלכע מען האָט פריהער גאָר ניט געוואוסט. דיזע ענטדעקונג האָבען זיי געמאַכט, ווען זיי האָבען בעמערקט עפּעס נייע, גאָר אונבעקאַנטע ליניעס, אין די ספּעקטערס פון געוויסע זאַלצען, וועלכע זיי האָבען עקזאַמינירט דורך זייער ספּעקטראָסקאָפּ. נאָכהער האָבען אַנדערע כעמיקער אַזוי ענטדעקט אַנדערע זעלטענע מעטאַלען, אָט ווי *טהאַליום*, *איגדיום* און *גאַליום*.

אַלזאָ, אַז מען עקזאַמינירט דעם ספּעקטער פון אַ שטערן, פון אַ קאָמעט אָדער פון אַן אַנדער הימלישען קערפּער און מען געפינט דאָרטען נור העלע ליניעס מיט דונקעלע פלעצער צווישען זיי, מעג מען דערפון שליסען, אַז דיזער קערפּער בעשטעהט פון אַ *גליהענדען גאַז*; און ווען מיר ווילען בעשטימען, וואָס פאַר אַ גאַז דאָס קען זיין, בלייבט צו *פערגלייכען דיזען ספּעקטער* מיט די ספּעקטערס פון די פערשיעדענע שטאָפען אויף *דער ערד*. אין פאַל אָבער אַ ספּעקטער איז כסדר אַ קאָלירטער, נור ערטער־ווייז איז ער איבערגעקרייצט מיט *דונקעלע ליניעס*, אָט אַזוי ווי דער ספּעקטער פון דער זון, דאַן בלייבט דערפון צו שליסען, אַז ער קומט פון אַזאַ גליהענדען קערפּער, וואָס איז אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע, וועלכע פערהאַלט אָדער אַבסאָרבירט געוויסע ליכט־שטראַהלען.

ווען אַ שיינענדער הימלישער קערפּער איז ניט אַרומגערינגעלט מיט אַן אַטמאָספערע, אָדער פּשוט'ער גערעדט, מיט גאַזן, וועט מען אין זיין ספּעקטער ניט בעמערקען עפּעס אַ דונקעלע ליניע. דאַרום וועט מען אויך גאָר ניט קענען וויסען, וואָס פאַר אַ יסודות עס געפינען זיך דאָר־טען. ווי שטאַרק מען זאָל ניט צוהיצען אַ מעטאַל, אָט למשל אייזען ביז ווייסע גליהונג, נור אַזוי לאַנג ווי ער בלייבט אַלץ סאָליד און ווערט גאָר ניט אויסגעדאַמפּפט אָדער אומגעוואַנדעלט אין אַ גאַז, וועט זיין ספּעקטער ניט זיין איבערגעשניטען מיט אירגענד וועלכע העלע אָדער דונקעלע ליניעס. אָבער ווי נור אַ פּיצעלע פון אַזאַ צוהיצטען מעטאַל ווערט אונגעוואַנדעלט אין אַ גאַז, דאַן דערזעהט מען אויפ'ן שטעל אין ספּעקטראָסקאָפּ די ליניעס, מיט וועלכע ער א ו נ ט ע ר ש י י ד ע ט זיך פון אַנדערע מעטאַלען און בכלל פון אַנדערע יסודות.

אָט דורך אונצעהליגע בעאָבאַכטונגען, אויספאָרשונגען און פער־גלייכונגען פון פערשיעדענערליי ספּעקטערס האָבען געלעהרטע כעמי־קער און פיזיקער אין אַלע ציוויליזירטע לענדער ארויסגעריסען פיעלע פון די פערבאָרגענסטע סודות ניט נור ביי דער זון גופא און ביי אַלע איהער בעגלייטער — די פּלאַנעטען און קאָמעטען — זאָנדערן אויך ביי די פיקסע שטערן. ערשט אויף דעם גרונד פון אַזעלכע פאָרשונגען קען מען עס מיט זיכערהייט בעשטימען, אַז די פיקסע שטערן זיינען אַזעלכע ז ע ל ב ס ט ־ ש י י נ ע נ ד ע קערפּערס, ווי אונזער זון, און אַז זיי ענטהאַלטען אויך אַזעלכע יסודות, ווי אונזער ערד. ווען מען געפינט אין דעם ספּעקטער פון אַ הימלישען קערפּער אַזעלכע לי־ניעס, וואָס קאָרעספּאָנדירען ניט צו די ספּעקטערס פון אירגענד וועלכע פון די יסודות אויף דער ערד, דאַן בלייבט צו שליסען דערפון, אַז דאָרטען געפינען זיך טאַקע א נ ד ע ר ע י ס ו ד ו ת, אַזעלכע וואָס פ ע ה ל ע ן אויף אונזער ערד־קוגעל.

* * *

מיר וועלען יעצט שליסען דיזען קאַפּיטעל, וועלכער האָט זיך פערצויגען לענגער, ווי דער פערפאַסער האָט עס גערכענט — דער ענין איז דאָך אַזאַ גרויסער, טיעפער און וויכטיגער, און פערדיענט אַזוי פיעל ערקלערונגען — מיט פאָלגענדע ווערטער פון דעם בעריהמטען אַמערי־

קאַנער אַסטראָנאָם ס י י מ אָ ן נ י ו ק אָ ם אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע:

„דער לעזער פערשטעהט יעצט, דאָס ווען מען בעטראַכט דעם שיין פון אַ הימלישען קערפער דורך אַ ספּעקטראָסקאָפּ, און די קאָלירען ווערען אויסגעצויגען אַזוי ווי אויף אַ פּאַס פּאַפּיער, דאַן זיינען די דונקעלע און העלע ליניעס, וועלכע מיר זעהען, אַזוי ווי די בוכשטאַבען פון אַן אָפענעם בוך, וואָס מיר האָבען צו פערטייטשען. ווען מיר דערזעהען אַ ליניע אָדער אַ רייהע ליניעס, וועלכע מיר דערקענען דורך אַ פערגלייך מיט די ספּעקטערס פון אונז בעקאַנטע שטאָפען, דאַן שליסען מיר, אַז אַזאַ שטאָף געפינט זיך אויך אויף דעם בעטרעפענדען הימלישען קערפער.

„מען קען אָבער יעצט שטעלען אַזאַ פראַגע: פון וואַנען ווייסען מיר, אַז די דאָזיגע ליניעס קומען דוקא פון אַזעלכע יסודות אויף אַ הימלישען קערפער, ווי מיר געפינען דורך עקספּערימענטען אין אונזערע לאַבאָראַטאָריעס? אפשר ווערען גאָר די זעלבע ליניעס אַרויסגערופען דורך אַ נ ד ע ר ע שטאָפען?

„אויף דיזער פראַגע קען מען ענטפערען אויף דעם זעלבען שטייגער, ווי למשל, אויף דער פראַגע: פון וואַנען ווייסען מיר, בשעת מיר קוקען אויף דעם פּאָרטרעט פון אַ פריינד, אַז דאָס איז דוקא זיין בילד און ניט פון אימיצען אַן אַנדערען? עס קען דאָך זיין, אַז צוויי פערזאָנען זאָלען זיין זעהר עהנליך אין אַלע זייערע גליעדער און שטריכען. אָבער פון דעסטוועגען ווייסען מיר, אַז מיר טרעפען דאָ ריכטיג, אַז מיר מאַכען קיין טעות ניט, ווייל אין דער ווירקליכקייט זיינען טאַקע ניט פאַראַן צוויי מענשען, וואָס זאָלען אויסזעהן פּ ו נ ק ט ג ל י י ך. אַזוי איז עס אויך מיט'ן ספּעקטראַל אַנאַליז. צווישען אַלע שטאָפען, וואָס זיינען עקזאַמינירט געוואָרען מיט אַ ספּעקטראָסקאָפּ, האָט מען נאָך ניט געפונען צוויי אַזעלכע, וואָס זאָלען צייגען די זעלבע ליניעס. עס איז דאַרום אויסערסט אונוואַהרשיינליך, אַז אַ בעשטימטע רייהע פון העלע ליניעס קען אַרויסגערופען ווערען פון מעהר ווי א י י ן ש ט אָ ף".

אָט אַזוי איז מען עס דערגאַנגען, אַז אויף דער זון געפינען זיך די ז ע ל ב ע ע ל ע מ ע נ ט ע ן, אָדער יסודות, וואָס מיר האָבען אויף דער ערד.

יעצט וועלען מיר זיך געזעגענען מיט דעם הימלישען קערפּער, ארום וועלכען די ערד בעוועגט זיך, און וועלען זיך בעקענען מיט דעם הימלישען קערפּער, וואָס בעוועגט זיך אַרום דער ערד, מיט אונזער בלאָסער בעגלייטערין — די לבנה.

קאַפּיטעל 34

די אָבערפלעך פון דער לבנה.

פון אַלע הימלישע קערפּערס, וועלכע מיר קענען זעהען מיט אונזערע נאַקעטע אויגען, איז די לבנה אַם נעהענטסטען צו דער ערד. דאָס האָט מען שוין געוואוסט אין גרוי־אַלטע צייטען, ווען מען האָט נאָכגעשפּירט איהרע בעוועגונגען אויפ'ן הימלישען געוועלב. צו אזא שלום איז מען געקומען גאָר אָהן מעסטונגען, בלויז אויף דעם גרונד, וואָס עס נעהמט דער „מלכה פון הימעל“ אונגעפעהר 30 טעג צו מאַכען א רייזע אַרום דער ערד.

מיר ווייסען דאָך שוין פון דעם קאַפּיטעל 13 (איבער וואַנדערנע שטערן), וואו עס איז גערעדט געוואָרען פון דער פּטאָלעמעאישער סיסטעם (זעה צייכנונג 19), אַז בשעת מען האָט גערעכענט, דאָס די ערד איז דער צענטער פון דער גאַנצער וועלט און דאָס אַלע שטערן דרעהען זיך אַרום איהר, איז עס געווען גאַנץ נאַטירליך און לאָגיש אָנצונעהמען, אַז וואָס וועניגער צייט עס נעהמט אַ הימלישען קערפּער צו מאַכען א קרייז אַרום דער ערד, אַלץ נעהענטער איז ער צו אונז.

יעדענפאַלס האָבען די בעוועגונגען פון דער לבנה צוגעצויגען די בעזאָנדערע אויפמערקזאַמקייט פון מענשען אין אַלע צייטען, ווייל זי בעלויכט אונז ביי־נאַכט און דיענט אויך אַלס צ י י ט ־ מ ע ס ט ע ר. אונזערע צייט־רעכנונגען אין וואָכען און מאָנאַטען זיינען דאָך בעגרינדעט אויף איהרע וואַנדערונגען און געשטאַלטען.

די ערשטע נאַטירליכע צייט־מעסטונגען זיינען געווען אין טעג און נעכט; אָבער לענגערע פּעריאָדען האָט מען גערעכענט אין וואָכען, לויט די פאַזען אָדער פּנימות פון דער לבנה, און אין מאָנאַטען, לויט

איהרע אַרומוואַנדערונגען. אפילו די זונען־יאָהרען האָט מען אַלץ געדעכענט אין לבנה־מאָנאַטען און אַלע פערציייטיגע לוחות זיינען דאָך צוזאַמענגעשטעלט געוואָרען אויף דעם גרונד פון דער לבנה׳ס בעוועגונגען *).

אויך האָט די לבנה געדיענט אַלס דער ערשטער פונדאַמענט פון אַסטראָנאָמישע מעסטונגען. „דער לבנה־שיין“, בעמערקט פלאַמאַריאָן, „איז געוועזען דאָס ערשטע אַסטראָנאָמישע ליכט“. דאָס איז געוועזען הויפּט־זעכליך דורך די ע ק ל י פּ ס ע ן (ליקוי חמה און לבנה), וואָס זיינען פערבונדען מיט איהרע בעוועגונגען. פון דיזע עקליפּסען האָט מען זעהר פיעל געלערענט אין אַלע צייטען, ווי מיר ווייסען עס שוין פון דעם קאַפּיטעל 32 איבער די עקספּלאָזיאָנען און פלאַמען אויף דער זון און ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען אין אַ ווייטערען קאַפּיטעל.

דאָ לאָמיר זיך צוערשט בעקענען מיר איהר אָבערפלעך, מיט איהר זאָ צו זאָגען, ג ע אָ ג ר אַ פ י ע. מען דאַרף גאָר קיין טעלעסקאָפּען גיט האָבען צו זעהען, אַז ניט אַלע איהרע טהיילען זיינען גלייך בע־לויכטען. עס וואַרפען זיך אין די אויגען איהרע אונרעגעלמעסיגע דונקעלע ערטער, וואָס האָבען געפיהרט צו פאַנטאַזיעס און אבער־גלויבענס וועגען דעם „מאַן אין דער לבנה“, ווי דאָס איז אויך פאַר־געשטעלט אין די אָנגענומענע לוח־צייכענס פון די פאַזען, ספּעציעל פון דער פולער לבנה.

ווען מען בלעטערט די שריפטען פון אַלטע צייטען, געפינט מען זעהר קוריעזע מיינונגען וועגען דיזע „הימלישע מלכה“. כמעט אַלע גריכישע פילאָזאָפען האָבען עס געפונען פאַר נויטיג אַרוויסצוזאָגען זייערע אַנזיכטען און ספּעקולאַציעס וועגען דער לבנה און איהרע איינוואָהנער. פּלוטאַרק, וועלכער האָט זיך אונשטערבליך געמאַכט מיט זיינע ביאָגראַפיעס פון גרויסע גריכען און רוימער, האָט צוזאַ־מענגעקליבען די פערשיעדענע מיינונגען, וועלכע זיינען אויסגעדריקט געוואָרען אין זיין צייט וועגען די לבנה. דער גרויסער פ י ט ג א־

*) ווי אַזוי מען האָט אָנגעפאַנגען צוזאַמענצושטעלען לוחות און ווי אַזוי מען האָט געזוכט אויסצוגלייכען די לבנה־מאָנאַטען מיט די זונען־יאָהרען איז אַ זעהר אינטערעסאַנטער ענין פאַר זיך אַליין. דער לעזער וועט געפינען אַן אָבהאַנדלונג איבער דעם אין דער ביילאַגע ה.

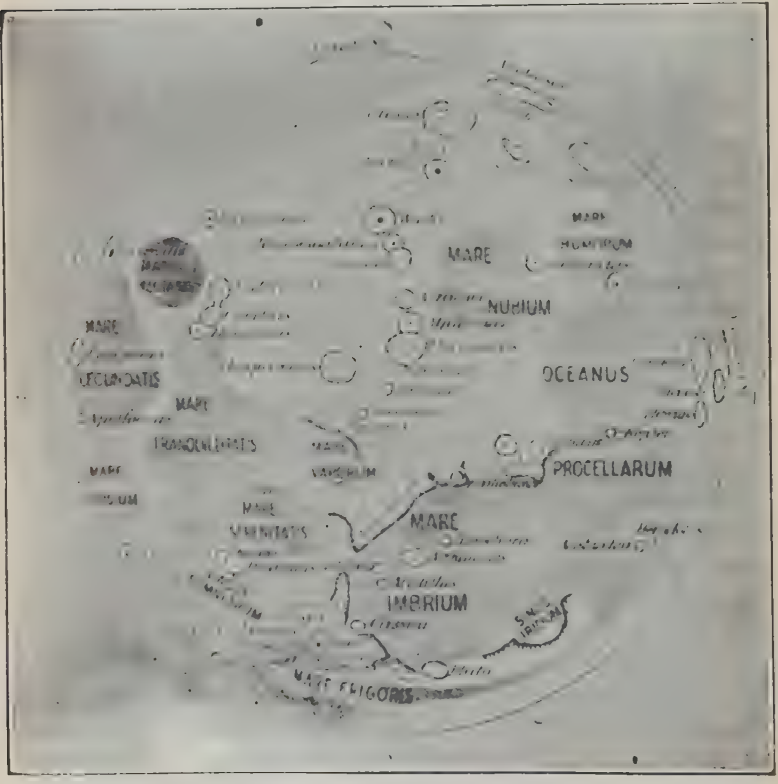
ג אַ ר אַ ס און זיינע שילער האָבען פערזיכערט, אַז די לבנה איז ענהליך צו דער ערד, נור מיט דעם אונטערשיעד, וואָס אויף איהר געפינען זיך פיעל גרעסערע און שטאַרקערע חיות און פיעל שעהנערע בוימער, ווי אויף אונזער זינדיגער ערד. אַנדערע פילאָזאָפען האָבען געפרעגט, ווי אַזוי קענען עס בעשעפעניסען אויסהאַלטען די היץ פון דער זון 15 טעג נאָכאַנאַנד יעדען מאָנאַט, ווי דאָס קומט טאַקע פאָר אויף דער לבנה.

פאַרבייגעהענדיג ווען מיר איבערגעבען פאָלגענדען אינטערעסאַנטען היסטאָרישען פאַקט אין 16טען יאָהרהונדערט. דער בעריהמטער איטאַליענישער אַסטראָלאָג ק אַ ר ד אַ ן, וועלכער איז אויך געווען אַ גרויסער מאַטעמאַטיקער, האָט פערזיכערט, אַז איין אַבענד זיינען צו איהם געקומען צוויי געסט פון דער לבנה. צוזאַמענריידען זיך מיט זיי האָט ער אָבער ניט געקענט, ווייל זיי זיינען געווען טויב. מען דאַרף ניט מיינען, אַז ער האָט עס אַבזיכטליך אויסגעטראַכט, אום צו נאַרען דעם עולם. ער איז גראַדע געווען גאַנץ אויפריכטיג. איהם האָט זיך געווים געדוכט, אַז ער האָט געזעהן מענשען פון דער לבנה. ער האָט איבערהויפּט אַזוי פעסט געגלויבט אין דער שטערן־זעהעריי, אַז ווען ער האָט אויסגערעכענט, לויט געוויסע אַסטראָלאָגישע סמנים, דעם טאָג און די שטונדע פון זיין טויט, האָט ער צוטהיילט זיין פערמעגען און זיך גענומען דאָס לעבען דורך הונגערן!...

ווען ג אַ ל י ל ע אָ האָט אין 1609 אָנגעשטעלט זיין ערשטען טעלעסקאָפּ אויף דער לבנה, האָט ער בעמערקט, אַז די העלערע טהיילען דאַרטען זיינען ג ע ב י ר ג י ג ע, וועהרענד די דונקעלע טהיילען זיינען מייסטענס גלייכע און גלאַטע. מאַנכע פון דיזע דונקעלע ערטער, די פלעקען פון דער לבנה, זעהט מען דאָך מיט נאַקעטע אויגען.

אויף דיזען גרונד האָט גאַלילעאָ אָנגענומען, אַז די דונקעלערע טהיילען זיינען ים'ען און די העלערע טהיילען זיינען קאָנטינענטען, אונגעפעהר אַזוי ווי אויף דער ערד. קעפּלער, העוועליוס און אַנדערע אַסטראָנאָמען פון זיין צייט האָבען אונטערשטיצט דיזע מיינונג, און דערפון איז עס געבליבען, וואָס מאַנכע געגענדען פון דער לבנה טראָגען עד היום אַזעלכע זאָנדערבאַרע נעמען, ווי „אָקעאַן פון שטורמס“, „מאַרע (ים) פון רוהע“, „ים פון רעגען“, א. ז. וו., אַט ווי דאָס איז מאַרקירט אויף דער צייכנונג 79.

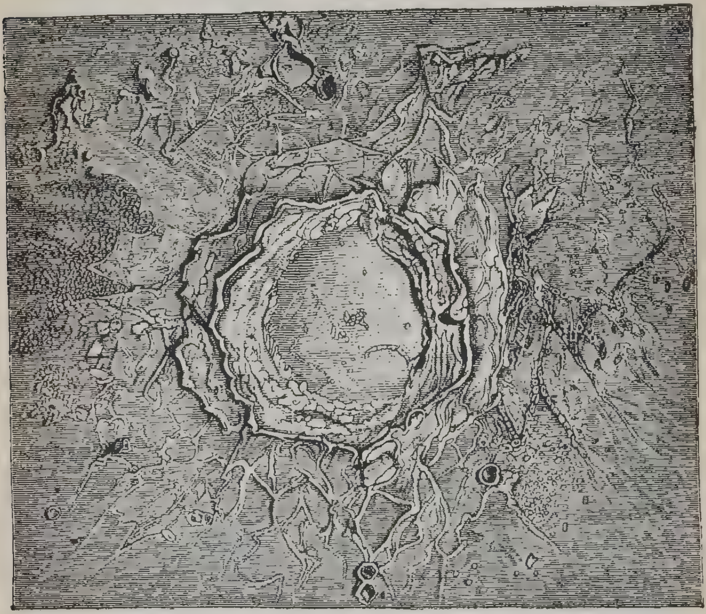
ווען מען האט אויסגעפאָרשט די אָבערפלעך פון דער לבנה מיט דער הילפע פון אַלין גרעסערע טעלעסקאָפּען, האט מען די מערקווירדי־גערע פלעצער, די העכערע בערג און גרעסערע קראַטערס, אָנגערופען מיט די נעמען פון גרויסע אַסטראָנאָמען און פילאָזאָפען, אַט ווי פּטאָ־לעמעאוס, קאָפּערניקוס, טיכאָ דע בראַהע, קעפּלער, אַריסטאָטעל, הי־פּארכוס, א. ז. וו.



צייכנונג 79.—אַ קאַרטע פון דער לבנה מיט די לאַטיינישע נעמען פון איהרע „ים'ען", בערג און קראַטערס.

ציוכנונג 80.—אַ טהייל פון דער לבנה, ווי מען קען זעהען דורך אַ
קליינען טעלעסקאָפּ

אין דער ווירקליכקייט אָבער האָט די לבנה גאָר קיין ים'ען און אפילו קיין טייכען ניט. עס איז אַ פראגע, אויב עס איז דאָרטען פאַראַן אפילו אַ טראָפּען וואַסער. ווי פיעל געלעהרטע האָבען ניט געפאָרשט די ספעקטערס פון דער לבנה, האָט מען דאָרט אַלץ ניט געפונען עפּעס אַ שפּור פון וואַסער־דאַמפף. מען נעהמט דאַרום אָן אין דער נאַטור־וויסענשאַפט, אַז די לבנה איז אַן אויסגעטריקענטע און זאַגאַר לופטלאָזע מאַסע. דערפון שליסט מען, אז זי איז אונבעלעבט, אפילו אָהן שום פלאַנצען.



ציי‌כנונג 81.—דער קראַטער „קאָפּערניקוס" לויט אַ פאָטאָגראַפיע פון דעם אַסטראָנאָם ס ע ק י.

זי איז אָבער זעהר געבירגיג, איבערגעריסען מיט קראַטערס און טהאָלען אין אַלע זייטען. נור דיזע טהאָלען זעהען אויס גאַנץ אַנדערס, ווי די ערדישע, אָט ווי איהר זעהט די ציי‌כנונגען 80, 81, 82 און 83.

צייכנונג 88. — די אפענינען מיט די קראטערס „ארכימעד", „פלאטאן", „אריסטאטעל", „קאסיני", א. א. וו., לויט א פאטאגראפיע פון דער פאריזער אבסערוואטאריע.

אַפילו אין די ווילדעסטע וואולקאַנישע ווינקעלעך פון דער ערד קען מען ניט געפינען עטוואָס עהנליכעס צו אַזעלכע קייליגעדיגע קראַטערס און צושפּאָלטענע, צורונצעלטע ערטער, ווי אויף דער לבנה.

דער הויפּט־באַרג פון דער לבנה טראָגט דעם נאָמען פון דעם שוין אונז בעקאַנטען דענישען אַסטראָנאָם טיכאָ דע בראַהע. מיר זעהען דאָרטען איהר העלסטען אָרט. דאָס איז ניט ווייט פון איהר זיד־פּאָל, אָבוואָהל אויף די לבנה־קאַרטען איז עס פּערצייכענט פּער־קעהרט, ווי מען זעהט עס מיט נאַקעטע אויגען, זאָ צו זאָגען מיט'ן קאָפּ אַראָפּ. אַזוי איז עס איינגעפיהרט געוואָרען, ווייל דורך טעלעסקאָ־פּען זעהט מען שטערן פּערקעהרט.

אום צו פערגלייכען די לבנה, ווי מיר זעהען איהר מיט נאַקעטע אויגען אָדער דורך אַ בינאָקל, מיט אַ לבנה־קאַרטע, אָט ווי למשל אויף דער צייכנונג 79, דאַרף מען אַזאַ קאַרטע א י ב ע ר ד ר ע ה ע ן, אַז דער נאָרד־פּאָל זאָל אויסקומען א ו י ב ע ן און די מערב־זייט זאָל זיין צו דער ר ע כ ט ע ר האַנד (קאַרטען פון דער ערד ווערען גע־וועהנליך געצייכענט אַזוי, אַז די נאָרדליכע זייט זאָל זיין אויבען און די מזרח־זייט צו דער רעכטער האַנד, אָט ווי מען זעהט אַ לאַנדשאַפט בשעת מען שטעלט זיך מיט'ן פּ נ י ם צ ו ם נ אָ ר ד, גענויער גע־רעדט, צום פּאָלאַר־שטערן).

פיינע פאָטאָגראַפיעס פון דער לבנה זיינען גענומען געוואָרען אין דער פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע, אָט ווי אויף די צייכנונגען 83 און 84.

וועלכען טהייל פון דער לבנה מען זאָל ניט פאָטאָגראַפירען אין אָבסערוואַטאָריעס, וועט מען אַלץ זעהען ק י י ל ע כ ד י ג ע טהיילען. וועלכע מען רופט געוועהנליך קראַטערס, ווייל מען נעהמט אָן, אַז דאָס זיינען פערלאָשענע וואולקאַנען. אַלע טהיילען פון דער לבנה, וועלכע מיר קענען זעהן, זיינען גענוי אויסגעמאָסטען געוואָרען פון אַסטראָ־נאָמען. כמעט צוויי־דריטעל דערפון זיינען געבירגיג.

די העלסטע און גרעסטע קראַטערס געפינען זיך אין די בערג טיכאָ און קאָפּערניקוס (מען קען זיי אויך גאַנץ גוט אונטערשיידען ווען מען קוקט אויף דער לבנה דורך אַ בינאָקל). טיכאָ'ס קראַטער איז 85 קילאָמעטער אין דיאַמעטער. וועהרענד דער פולער לבנה איז דער אָבשיין פון טיכאָ'ס באַרג אַזוי העל, אַז עס איז שווער צו אונטער־שיידען דאָרטען די אומגעגענד. דער קראַטער קאָפּערניקוס, וועלכער

איז פארגעשטעלט אויף דער צייכנונג 81, לאזט זיך פיעל בעסער בע־אבאכטען. זיין דיאמעטער איז 90 קילאמעטער.

צייכנונג 82.— די פולע לבנה לויט א פאָטאָגראַפיע פון דער פּאַריזער אָבסער־וואַטאָריע (אויבען איז דער העלסטער קראַטער, גענאַנט „טיכאָ דע בראַהע").

ציינונג 84.—דער ערשטער פּערטעל פון דער לבנה לויט א פאָטאָגראַפיע פון דער פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע.

די בערג פון דער לבנה זיינען אויסגעמאָסטען געוואָרען פיעל גע־נויער, ווי די בערג פון דער ערד. פּראָפּאָרציאָנעל צו דער גרויס פון דער לבנה זיינען זיי ערשטוינענד הויך. דאָס ערקלערט מען דורך בעזאָנדערס שטאַרקע וואולקאַנישע אויסברוכען דאָרטען מיט מיליאָנען יאָהרען צוריק. די קראַטערס פון די גרעסטע היינטיגע טהעטיגע וואולקאַנען אויף דער ערד פערנעהמען ניט אפילו א קילאָמעטער אין דיאַמעטער. אויך די דיאַמעטערס פון די גרעסטע קראַטערס פון די שוין פערלאָשענע וואולקאַנען אויף דער ערד זיינען בעדייטענד קלענער פאר די דיאַמעטערס פון איינינע לבנה־קראַטערס. די העכסטע בערג אויף דער ערד פערנעהמען בלויז א 1440טעל פון איהר דיאַמעטער (דאָס איז פּראָפּאָרציאָנעל קלענער, ווי למשל א בערגעל אויף דער שאָלעכץ פון אן אפּעלסין); אָבער אויף דער לבנה געפינען זיך בערג, וואָס זייער הויכקייט איז א 470טעל פון איהר דיאַמעטער.

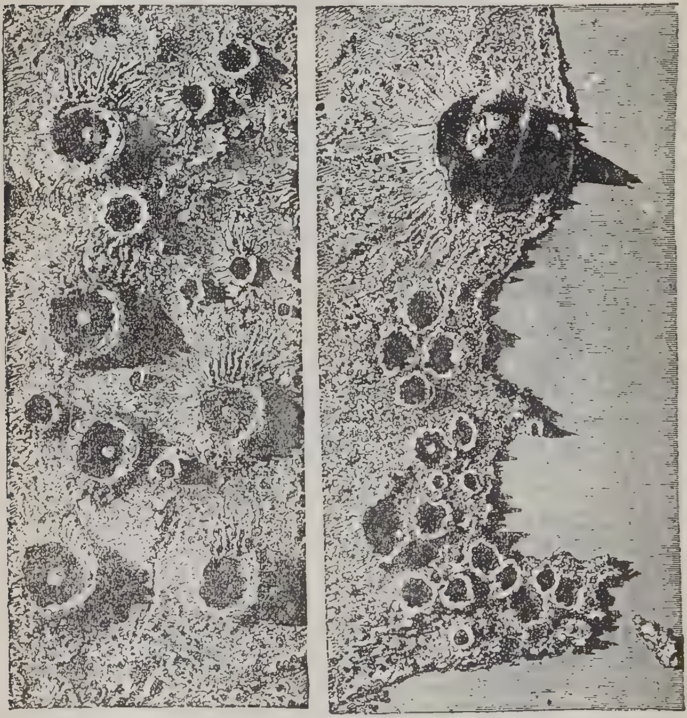
די העכסטע בערג אויף דער לבנה, גענאַנט ל י י ב נ י ץ און ד ע ר פ ע ל, געפינען זיך גראַדע לעבען זיד־פּאָל (זעה קאַרטע אויף דער צייכנונג 79). זייער רעספּעקטיווע הויכקייט איז 7610 און 7603 מעטער. דער העכסטער שפּיץ פון די הימאַלאַיער בערג איז בלויז מיט א 1200 מעטער העכער פאַר דעם לבנה־באַרג לייבניץ, ווערענד די לבנה איז דאָך 49 מאָל קלענער פאַר דער ערד.

לעבען די פּאָלען פון דער לבנה געפינען זיך בערג, וואָס זייערע שפּיצען זיינען א י מ ע ר ב ע ל ו י כ ט ע ן פון דער זון. מען האָט ניט בעמערקט לעבען דיזע פּאָלען דעם מינדעסטען שפּור פון שנעע אָדער אייז.

וואס פאַר א גאַנץ אַנדערע וועלט עס איז דאָרט אין פערגלייך מיט דער ערד!

די קייל־עכדיגע קראַטערס, מיט וועלכע די לבנה איז בעשאָטען, דיענען אלס א בעווייז פון אונגעהייערע וואולקאַנישע אויסברוכען. אויסער דעם ציהען זיך דאָרטען ריעזיגע שפּאַלטען, וועלכע זיינען אויך זעהר טיעף, מאַנכע זאָגאַר עטליכע קילאָמעטער. די שוואַרצע פלעקען אויף דער צייכנונג 85 מאַרקירען די שאָטענס. עס פער־שטעהט זיך, אז וואָס העכער א באַרג איז, אלץ א ל ע נ ג ע ר ע ן שאָטען וואַרפט ער. עס פערשטעהט זיך אויך, אז דורך אַזעלכע

שאָטענס קען מען אויסמעסטען די הויכקייט פון די בערג און די גרוים פון די קראַטערס אויף דער לבנה.



ציַיכנונג 85.—אַ פערגלייך צווישען אַ וואולקאַנישען אָרט לעבען נעאַפּאָל (רעכטס) און אַ וואולקאַנישען אָרט אויף דער לבנה (לינקס).

מיר האָבען אויף דער צייכנונג 85 אַ פערגלייך צווישען די קראַטערס פון אַזאַ וואולקאַנישער געגענד אויף דער ערד, ווי ארום דעם פייערשפּייענדען בארג וועזוואוויוס לעבען נעאַפּאָל, זיד-איטאַליען, און פון אַ געוועהנליכער וואולקאַנישער געגענד אויף דער לבנה. עס וואַרפט זיך אויף אין די אויגען, ווי גרעסער עס זיינען די לבנה-קראַטערס. פיינע בעלויכטענע און שאָטענדיגע ערטער פון

די אפענינען־בערג אויף דער לבנה זיינען איבערגעגעבען אויף דער ציינונג 82.

אז אויך אויף דער זייט פון דער לבנה, וואס מיר קענען ניט זעהען, געפינען זיך אזעלכע בערג, קראטערס און שפאלטען, דאס וואלט מען בעדארפט אננעהמען שוין צוליעב דעם אליין, ווייל איין העלפט פון א פלאנעט קען דאך ניט זיין גאנץ אנדערס, ווי די צווייטע. אבער מען האט אויך דירעקטע בעווייזע דאפיר דורך געוויסע אויסרעכענונגען און באלאנסירונגען אין דער לבנה'ס זעהר קאמפליצירטע בעוועגונגען, וועלכע מיר וועלען בעטראכטען אין נעקסטען קאפיטעל. אמאל בעוועגט זיך די לבנה שנעלער, אמאל לאנגזאמער; אמאל איז זי העכער אויפ'ן הימלישען געוועלב, אמאל נידריגער, זא דאס מען קען דאן ווארפען א בליק אויף איהר פון ד ע ר ז י י ט. דארום האט מען די מעגליכקייט צו זעהען עטוואס מעהר, ווי א העלפט פון איהר אבערפלעך, נעמליך מיט 8־הונדערטלעך מעהר (דאס פערהעלטניס פון דעם אונזיכטבארען צו דעם זיכטבארען טהייל פון דער לבנה איז ווי 42 צו 58). און בשעת מען זעהט די לבנה פון דער זייט, ווארפען זיך אין די אויגען אזעלכע קראטערס, ווי אויף דער העלפט, וואס מיר זעהען שטענדיג.

קאפיטעל 35.

די בעוועגונגען און די פאזען פון דער לבנה.

שטענדיג צייגט אונז די לבנה ד ע ם ז ע ל ב ע ן פ נ י ם, אלץ אונגעפעהר א ה ע ל פ ט פון איהר אבערפלעך. עס איז גענוג צו בעטראכטען איהרע געשטאלטען אין פערלויף פון עטליכע מאנאט, אום זיך צו איבערצייגען אין דעם. מיר זעהען דאך יעדען מאנאט די זעלבע פאזען אדער פנימות בשעת די לבנה מאכט איהר רייזע ארום דער ערד.

עס איז אבער גאר ניט לייכט אנגעקומען צו געפינען די ריכטיגע ערקלערונג פון אזא מערקווירדיגער ערשיינונג. מיר וואלטען געקענט אנפילען ניט נור א גאנצען קאפיטעל, זאנדערן אפילו א גאנ־

צען בוך, ווען מיר זאָלען איבערגעבען אַלע סברות און מיינונגען, וועלכע זיינען אויסגעשפּראָכען געוואָרען וועגען דעם פון די על־טעסטע צייטען אָן.

אַט, למשל, די באַבילאָניער האָבען בעהויפּטעט, אַז די לבנה גופא האָט אַ העלע און אַ דונקעלע זייט און אַז איהרע פאַזען קו־מען דערפון, וואָס אין איהרע בעוועגונגען אויפ'ן הימעל ציינט זי זיך מעהר איהר העלע זייט. צו דער צייט פון אַריסטאָטעל זיינען שוין די גריכישע פילאָזאָפען און מאַטעמאַטיקער געקומען צום שלוס, אַז די לבנה איז אַ קיילעכדיגער דונקעלער קערפּער, וועלכער ווערט בעלויכטען פון די זונען־שטראַהלען אַזוי, ווי די ערד, וואָס עס איז טאַקע ריכטיג.

אָבער דאָס אַליין זאָגט אונז נאָך גאָר ניט, ווארום אייגענטליך איין העלפט פון דער לבנה בלייבט אויף אייביג אויסגעשלאָסען פון אונזערע בליקען. מען קען דערפון ניט שליסען, אַז די לבנה דרעהט זיך גאָר ניט אַרום איהר אַקס. דאָס וואָלט ניט נור געווען פונקט פערקעהרט, ווי דאָס צייגט זיך אַרויס, בשעת מען בעטראַכט די בעוועגונגען פון פּלאַנעטען, ווי מיר ווייסען עס פון פאַריגע קאַ־פּיטלען, און אויך אין אַ גאַנץ אונערקלערליכען ווידערשפּרעך מיט די אַלגעמיינע געזעצע פון גראַוויטאַציאָן און פון די בעוועגונגען פון הימלישע קערפּערס, אויף וועלכע געזעצע מיר וועלען זיך אָב־שטעלען אין אַ קאַפּיטעל איבער דער ערד, זאָגדערן אין אַזאַ פאַל וואָלט מען דוקא געמוזט זעהען אַלע טהיילען פון דער לבנה, קוקענדיג אויף איהר פון פערשיעדענע פונקטען אויף דער ערד.

דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד בלייבט טאַקע די לבנה צוגעבונדען צו דער ערד, אַזוי ווי מען וואָלט איהר געהאַלטען אויף אַ שטריק, אַט למשל ווי דאָס איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכ־נונג 86. אָבער אין דער זעלבער צייט דרעהט זי זיך אַרום איהר אַקס, און גראַדע אַזוי לאַנג, ווי דאָס נעהמט איהר צו מאַכען איהר רייזע אַרום דער ערד.

אום צו פערשטעהן, ווי אַזוי דאָס קומט פאָר, קען מען מאַכען אַזאַ איינפאַכען עקספּערימענט. שטעלט אַוועק אין מיטען פון אַ צימער אירגענד וועלכע זאַך און הויבט אָן צו מאַרשירען אַרום איהר,

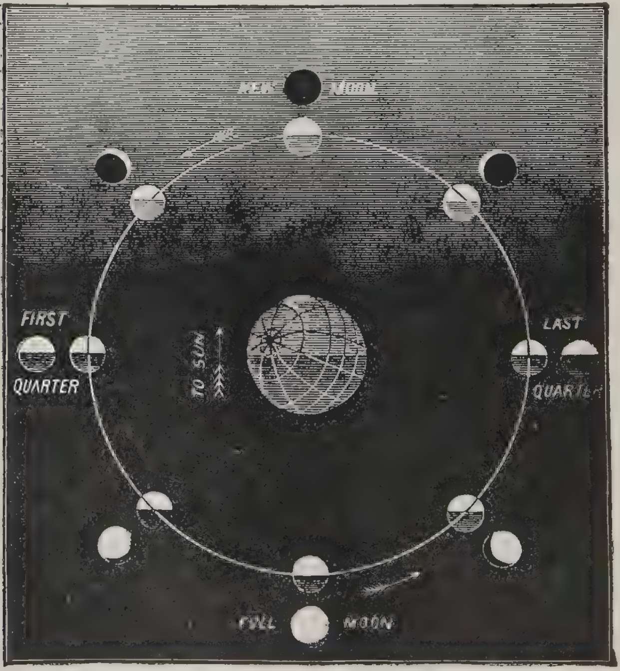
אַנשטרענגענדיג זיך צו האַלטען די גאַנצע צייט דעם פנים אַנטקעגען איהר. דאַן וועט אייך, נאַטירליך, אויסקומען צו שטעהן מיט'ן פנים אַנטקעגען יעדער פון די פיער ווענט אין צימער, און דאָס וועט נור מעגליך זיין אויסצופיהרען, ווען איהר וועט זיך איין מאָל אויסדרעהען אַרום זיך זעלבסט.

צייכנונג 86.—אַ ביישפּיעל ווי די לבנה דרעהט זיך אַרום דער ערד.

אַט אַזוי דערלאַנגט זיך די לבנה א דרעהע אַרום איהר אַקס בשעת זי מאַכט דורך איהר קרייז אַרום דער ערד. די אַנדער זייט פון דער לבנה וועלען מענשליכע אויגען קיין מאָל ניט זעהען, סיידען דורך עפּעס אַן אויסווערטיגע סבה זאָל זי אָנפאַנגען צו דרעהען זיך שנעלער אָדער לאַנגזאַמער, ווי דאָס איז, ווען איהר בעוועגונג אַרום איהר אַקס קומט פאָר אין דער זעלבער צייט ווי איהר בעוועגונג אַרום דער ערד.

וואָס אָנבעלאַנגט די פאַזען פון דער לבנה, איז עס גענוג אויפמערקזאַם צו בעטראַכטען די צייכנונג 87, אום דאָס צו פערשטעהן. אין מיטען פון דיזער צייכנונג איז פאָרגעשטעלט דער

ערד־קוגעל, און אַרום איהם בעוועגט זיך עס די לבנה אויף אַ קרייז אין דער ריכטונג ווי אָנגעצייגט מיט ווייזערס. אויף דיזען קרייז זיינען פאַרגעשטעלט 8 פּאָזיציעס פון דער לבנה. די זון שיקט אַרונטער איהרע שטראַהלען ווייט־ווייט פון דער ערד מיט דער לבנה. אין וועלכער פּאָזיציע די לבנה זאָל זיך ניט געפינען אויף איהר אָרביט אַרום דער ערד, ווערט דאָך אַלץ נור אַ ה ע ל פ ט פון איהר בעלויכטען פון דער זון, ווי דאָס איז אויך דער פאַל מיט אונזער ערד און ווי דאָס מוז זיין מיט יעדען קיילעכדיגען קערפּער. די ריכטונג צו דער זון איז מאַרקירט אויף דער צייכנונג 87 מיט אַ ווייזער לעבען דעם ערד־קוגעל.



צייכנונג 87.—8 פאַזען פון דער לבנה אויף איהר מאָנאַטליכער רייזע אַרום דער ערד.

צו דער צייט, ווען די לבנה געפינט זיך אין דער פּאָזיציע, ווי גראַדע אַנטקעגען אונז אויבען אויף דער צייכנונג 87, זעהט מען איהר גאָר ניט. דאָס איז וואָס מען רופט אויף ענגליש „ניו מון" און אויף העברעאיש „מולד". זי געפינט זיך דאַן אַזוי צווישען דער זון און דער ערד, אַז איהר העלפט, וואָס איז ניט בעלויכטען פון דער זון, איז אַנטקעגען אונז. דאָס איז פאַרגעשטעלט מיט דער שוואַרצער קייקעלע אויבען.

בעוועגענדיג זיך פון דיזער פּאָזיציע צו דער לינקער האַנד (און דאָס איז פון מערב צו מזרח), ווערט שוין אַ טהייל פון איהר זיכטבאַר פאַר אונז. מיר דערזעהען דאַן איהר סערפּ אויסגע־בויגען צו דער זון אין מערב־זייט. דער דאָזיגען סערפּ ווערט אַלץ ברייטער, ביז מיר דערזעהן דעם ערשטען פערטעל פון דער לבנה, אַט ווי דאָס איז פאַרגעשטעלט אויף דער קייקעלע צו דער לינקער האַנד. אַבוואָהל אַ גאַנצע העלפט פון דער לבנה מוז דאָך שטענדיג זיין בעלויכטען, קענען מיר אָבער אין דיזער פּאָזיציע ניט זעהען מעהר פון אַ העלפט פון דאָזיגער בעלויכטע־נער העלפט, און דאָס מיינט אַ פערטעל פון דער גאַנצער לבנה, נעמליך דעם דאָזיגען פערטעל, וואָס איז מיט׳ן פּנים צו אונז אויף דער ערד.

די לבנה וואַנדערט ווייטער אויף איהר אָרביט און אין דער זעלבער צייט דרעהט זי זיך אויך אַרום איהר אַקס, ווי אויבען גע־זאָגט, זאָ דאָס מיר הויבען אָן צו זעהען אַלץ אַ גרעסערען טהייל פון איהר בעלויכטענער העלפט, ביז זי קומט אין דער פּאָזיציע, וואָס מען רופט „פולע לבנה", אַט ווי עס איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג מיט דער ווייסער קייקעלע אונטען אויף צייכנונג 87.

נאָכהער ווערט זי אַלץ קלענער אין אונזערע אויגען, און מיר זעהען איהר לעצטען פערטעל און דאַן אַלץ אַ שמעלערן סערפּ, אָבער שוין אויסגעבויגען צו דער זון אין מזרח־זייט, ביז עס בלייבט גאָר קיין סמן ניט פון איהר.

און אַט אַזוי געהט עס כסדר אַלע מאָנאַט, אָדער אַלע 29 טעג 12 שטונדען 44 מינוט און 3 סעקונדען, לויט אַסטראָנאָמישע רעכ־נונגען.

אייגענטליך נעהמט עס דער לבנה צו מאַכען אַ קרייז אַרום דער ערד בלויז 27 טעג 7 שטונדען 43 מינוט און 11 סעקונדען. די שנעל־קייט פון איהר בעוועגונג איז עטוואַס מעהר פון אַ קילאָמעטער פּער סעקונדע. אָבער בשעת די לבנה וואַנדערט אַרום דער ערד, ווערט זי דאָך **מיטגעשלעפּט** פון דער ערד אין איהר וואַנ־דערונג אַרום דער זון. אין פערלויף פון 27 טעג רייזט די ערד דורך אונגעפעהר אַ דרייצעהנטעל פון איהר אָרביט, און דאָס פּעראורזאַכט אַ בעשטימטע **פערלענגערונג** אין די פּעריאָדען פון דער לבנה'ס פאַזען.

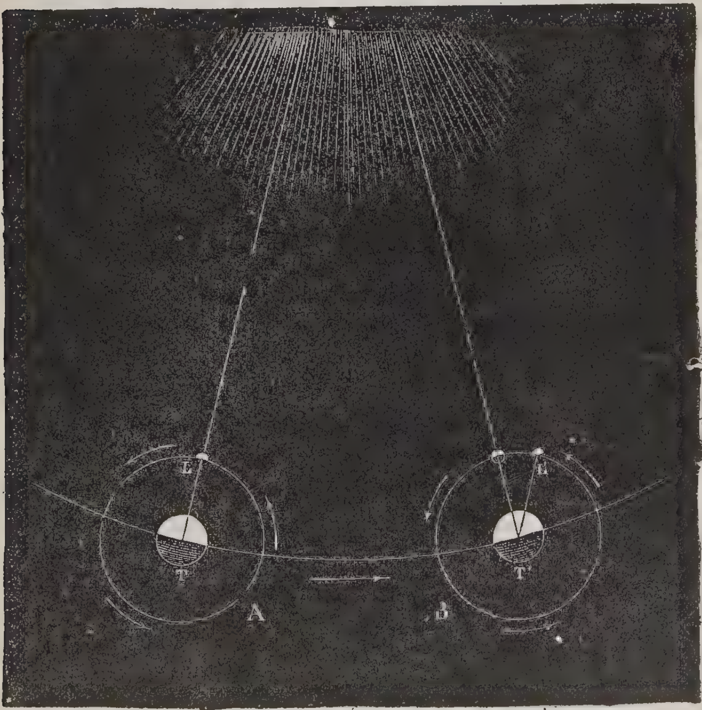
די צייכנונג 88 מאַכט עס אונז קלאָר. מיר האָבען דאַ פאָרגע־שטעלט די פּאָזיציעס פון דער ערד און פון דער לבנה אין דער צייט פון אַ מאָנאַט, פון איין מולד ביז אַן אַנדערען. די בעוועגונגען זיי־נען מאַרקירט דורך וויזערס. די שטראַהלען פון דער זון זיינען מאַרקירט מיט שטריכען אויבען.

לאָמיר אָננעהמען, אַז אין דער צייט, וואָס די ערד (בעצייכענט מיט'ן בוכשטאַב T) וואַנדערט פון איהר פּאָזיציע צו דער לינקער האַנד ביז איהר פּאָזיציע צו דער רעכטער האַנד (פון A ביז B), מאַכט די לבנה (בעצייכענט מיט'ן בוכשטאַב L) איהר קרייז אַרום דער ערד. צו ענדע פון 27 טעג 7 שטונדען 43 מינוט און 11 סעקונ־דען וועט די לבנה ווידער קומען צו דער פריהערער פּאָזיציע (בע־צייכענט L^1) אויף איהר אָרביט.

אָבער **געגענאיבער** דער זון וועט שוין די פּאָזיציע פון דער נייער לבנה **ניט זיין דיזעלבע**. אום מיר זאָלען ווי־דער קענען בעמערקען דעם מולד, וועט די לבנה נאָך האָבען דורכ־צורייזען אַ בעשטימטען טהייל פון איהר אָרביט (אָט ווי פאָרגע־שטעלט צווישען די צוויי ווייסע האַלבע קייקעלעך אויבען אויף דער רעכטער העלפט פון דער צייכנונג 88). און אָט די דאָזיגע רייזע דויערט עס 2 טעג 5 שטונדען און 52 סעקונדען לויט אַסטראָנאָמישע רעכנונגען.

עס פערשטעהט זיך, אַז דיזע **צווייערליי** בעוועגונגען פון דער לבנה זיינען ניט אָבגעזונדערטע איינע פון די אַנדערע, נור פּאַ־סירען **גלייכצייטיג**. אָט אין **יעדער רגע**, וואָס די לבנה, דרעהענדיג זיך אַרום איהר אַקס מיט אַ בעשטימטער שנעלקייט,

רייזט דורך אַ געוויסע שטרעקע אויף איהר אָרביט אַרום דער ערד, ווערט זי דאָך אַליץ מיטגעריסען פון דער ערד ארום דער זון. און פון דעם מאָמענט, ווען מיר זעהען איין מולד, ביז דעם מאָ־מענט, ווען מיר זעהען דעם נעקסטען מולד (נאַטירליך, קוקענדיג אַליץ פון דעם זעלבען פונקט אויף דער ערד), קלייבט זיך אַזוי



ציוכנונג 88.—דער אונטערשיעד צווישען די בעוועגונגס־צייט פון דער לבנה אַרום איהר אַקס און אַרום דער ערד פון איין מולד ביז דעם נעקסטען (דער בוכשטאַב T בעצייכענט די ערד אָדער „טערראַ“ אויף לאַטייניש, און דער בוכשטאַב L — די לבנה אָדער „לונאַ“ אויף לאַטייניש).

צוזאמען נאָך אונגעפעהר 2 און א פערטעל טעג אלס צ ו ז א ץ צו דער א י י ג ע נ ע ר בעוועגונג פון דער לבנה, אַט צו דער צייט, וואָס עס נעהמט דער לבנה צוריקצוקומען צום זעלבען פונקט אויף איהר ארביט, נעמליך: צו די אונגעפעהר 27 און אַ פערטעל טעג.

דער פעריאָד פון איין מולד ביז אַן אַנדערען, (און אַזוי איז עס אויך פון אירגענד וועלכע אַנדערע פאַזע פון דער לבנה ביז דער נעקסטער) בעשטעהט דארום פון אונגעפעהר 29 און א האלב טעג. דאָס איז עס דער ל ב נ ה - מ אָ נ א ט אָדער ל ו נ א צ י אָ ן, ווי מען רופט עס בלשון אסטראָנאָמיע, רעכענענדיג אַלע פאַזען אין דער דאָזיגער צייט.

אַז די לבנה מאַכט אַ קרייז ארום דער ערד אין 27 טעג 7 שטונדען 43 מינוט און 11 סעקונדען, דאָס קען מען לייכט אויסגעפינען, ווען מען שטעלט אַן אַ טעלעסקאָפּ אויף אַ פ י ק ס ע ן ש ט ע ר ן אין דעם מאָמענט, ווען מען דערזעהט דעם מולד. צום נעקסטען מולד וועט מען שוין זעהען דעם זעלבען שטערן ניט גראַדע אַנטקעגען דעם זעלבען פונקט פון דער לבנה, נור אַ ן אַ. ז י י ט, נעמליך: אויף אַ בעשטימטען ו ו י נ ק ע ל צו דער רעכטער האַנד, אַט ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 88, נעמליך דער ווינקעל צווישען דער ליניע L'T' און דער ליניע T' ביז צו דער זון (די פּאָזיציע פון דעם צווייטען מולד). די ליניע L'T' מארקירט די דירעקציאָן צום בעשטימטען פיקסען שטערן, וועמעס פּאָזיציע אויפ'ן הימעל ענדערט זיך דאָך ניט, ווי מיר ווייסען עס פון די ערשטע קאַפּיטלעך, דורך אירגענד וועלכע בעוועגונגען פון אונזער פּלאַנעט.

ווען מיר דערזעהען דעם זעלבען פיקסען שטערן גראַדע אַנטקעגען דעם זעלבען פונקט פון דער לבנה, וואָס מיר האָבען אָנגעמערקט אין דעם מאָמענט פון איהר מולד, אין אונגעפעהר 27 און א פערטעל טעג ארום, איז עס, זעלבסטפערשטענדליך, א בעווייז, אַז אַזוי פיעל צייט האָט עס גענומען דער לבנה צו מאַכען אַ קרייז ארום דער ערד. דיזע אַרומדרעהונג ווערט אין דער אַסטראָנאָמיע גערופען ס י ד ע ר א ל ע (פון דעם לאַטיינישען וואָרט „סידוס“, וואָס מיינט: שטערן), ווייל מען בעמערקט עס נור דורך אַ פערגלייך מיט אַ פיקסען שטערן.

אָבער בשעת מען זעהט צום צווייטען מאָל די לבנה גראַדע אַנטקעגען דעם אָנגעמערקטען פיקסען שטערן, זעהען מיר נאָך אונגעפעהר א דריטעל פון איהר לעצטען פערטעל, און ביז מיר הערען אויף איהר

אין גאנצען צו זעהען, אָדער ביז מיר בעמערקען ווידער איהר מולד. דויערט עס נאָך אונגעפעהר 2 און א פערטעל טאָג.

אזוי קומט עס אויך אוים לויט אסטראָנאָמישע רעכנונגען אויפ׳ן גרונד פון די געזעצע, וועלכע רעגולירען די בעוועגונגען פון דער ערד און פון לבנה. די בעאָבאכטונגען פון דער לבנה׳ס בעוועגונגען ווערען בעשטעטיגט דורך מאטעמאטישע אויסרעכנונגען, און פערקעהרט. די ארומדרעהונג פון דער לבנה ביז מיר זעהען ווידער דעם מולד אָדער אַן אנדער בעשטימטע פאזע דעם נעקסטען מאָל, ווערט אין דער אסטראָנאָמיע גערופען די סינאָדישע (פון א גריכישען וואָרט וואָס בעדייטעט: צוזאַמען).

לאָמיר געדענקען דיזע צוויי ווערטער: „סידעראלע“ און „סינאָדישע“, ווייל עס וועט אונז אויסקומען צו בעטראכטען אין א ווייטערען קאפיטעל אַן עהנליכען אונטערשיעד, נעמליך: צווישען דער צייט פון דער ערד׳ס בעוועגונג ארום איהר אַקס און דער צייט פון א זונען־טאָג.

די וואנדערונגען פון דער לבנה ווערען ארויסגערופען דורך זעהר פיעל אורזאכען. געלעהרטע, וועלכע האָבען נאָכגעשפּירט, זאָ צו זאָגען, יעדען שריט איהרען אויפ׳ן הימלישען געוועלב מיט דער הילפע פון די פּינקטליכסטע מעסטונגס־אינסטרומענטען אין אָבסערוואטאָריעס, האָבען שוין אויסגעפונען איבער זעכציג אונרעגעלמעסיגקייטען אין איהר מארש. מיר קענען זיך ניט ארייננלאָזען אין אזעלכע איינצעלהייטען שוין צוליעב דעם אַליין, וואָס דאָס פאָדערט זעהר טיעפע מאטעמאטישע קענטניסע. עס איז ניט איבערטריבען צו זאָגען, אַז אין דער גאנצער אַסטראָנאָמיע גיבט עס ניט א שווערערער קאפיטעל פאר דעם סטודענט, ווי אויסצורעכנען די זעהר קאָמפּליצירטע בעוועגונג פון דער לבנה, צו בעשטימען, ווארום זי ווייכט אָפּ פון איהר וועג אהין און אהער, זאָ דאָס, למשל, אין פערלויף פון 100 יאָהר מאַרשירט זי ארום 12 סעקונדען שנעלער, א. ז. וו.

אזעלכע אויסרעכנונגען האָבען ניט נור א זעהר גרויסע וויסענשאפטליכע בעדייטונג, זאָנדערן אויך א העכסט וויכטיגע פּראַקטישע בעדייטונג, ספּעציעל פאר די אַלמאנאַכען און טאבעלען, וועלכע ווערען צוזאמענגעשטעלט פאר שיפס־קאפּיטאנען, אַז זיי זאָלען קענען בעשטימען זייער וועג אויפ׳ן ים. די לבנה קען אונז דיענען אַלס דער פּינקטליכסטער זייגער, אַלס דער בעסטער כראָנאָמעטער, מען דארף נור ווי־

סען, ווי צו בעשטימען איהר פּאָזיציע אויפ'ן הימעל צו יעדען מאָמענט; און דאָס געפינען אויס די אַסטראָנאָמען מיט דער הילפע פון דער העכערער מאַטעמאַטיק.

אויך די בעוועגונג פון דער ערד איז אַ זעהר קאָמפּליצירטע, ווי מיר וועלען עס לערנען אין אַ ווייטערען קאַפּיטעל; אָבער די בעוועגונג פון דער לבנה איז פיעל מעהר קאָמפּליצירט, ווייל זי דרעהט זיך דאָך אויך אַרום דער ערד, וועלכע שלעפּט איהר מיט.

אַ גענויע אויסרעכנונג פון דער לבנה'ס בעוועגונגען איז אויך נויטיג פאַר אַזעלכע פּראַקטישע צוועקען, ווי די פאָראויסזאָגונגען פון עקליפּסען. אגב, דער פאַקט, אַז דיזע געוועהנליכע אַסטראָנאָמישע נביאות ווערען מקוים אויפ'ן האָאָר, ווי יעדער איינער וויים עס פון ערפאַהרונגען (נאַטירליך, אויב ער האָט זיך אינטערעסירט צו בעאָבאַכטען אַ ליקוי חמה אָדער ליקוי לבנה פּונקט אין דער צייט, ווען דאָס איז פערצייכענט אין אַלמאַנאַכען און ווערט אויך בעקאַנט געמאַכט אין צייטונגען) — דאָס בעווייזט, ווי ריכטיג עס זיינען די אויסרעכנונגען פון אַסטראָנאָמען וועגען די בעוועגונגען פון דער ערד און פון דער לבנה.

צו דער צייט, ווען די לבנה בעווייזט זיך אין דער געשטאַלט פון אַ סערפּ, און אַ פּאָאָר טעג נאָכהער, בעמערקט מען אויך, בשעת דער הימעל איז זעהר קלאָר און די לופט איז טרוקען, אַז דער איבעריגער טהייל איהרער איז עטוואָס בעלויכטען, עפּעס אַזוי ווי בעדעקט מיט אַש, אָט ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 89.

די אורזאַך דערפון ליעגט אין ד ע ם אָ ב ש י י ן פ ו ן ד ע ר ע ר ד. עס פערשטעהט זיך, אַז די לבנה ווערט אויך בעלויכטען פון דעם שיין, וואָס שלאָגט אָפּ פון דער ערד. אַסטראָנאָמען האָבען אויסגערעכענט, אַז די לבנה בעקומט פון דער ערד 4 מ אָ ל אַ ז ו י פ י ע ל בעלויכטונג, ווי מיר בעקומען פון אַ פולער לבנה. ווען מיר זעהען אַ גרעסערען טהייל פון דער לבנה בעלויכטען פון דער זון, ווערט דער דאָזיגער אָבשיין פון דער ערד ניט קענטיג, זאָ צו זאָגען, איינגעשלונגען, אָט אונגעפעהר אַזוי ווי ביי טאָג זעהען מיר ניט דעם שיין פון שטערן. אָבער ווען עס בעווייזט זיך דער סערפּ פון דער לבנה, לאָזט זיך בעמערקען אויך דער אָבשיין פון דער ערד אויף כמעט דער גאַנצער דונקעלער העלפט פון דער לבנה. דאָס איז עס דער אַ ש־ ק אָ ל י ר פון דער לבנה.

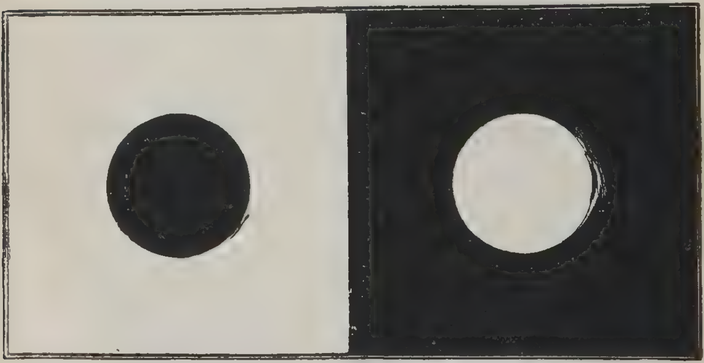
דעם דאָזיגען קאַליר בעמערקט מען אויך אויף דער לבנה נאָך איהר לעצטען פערטעל, ווען איהר סערפּ אין מזרח־זייט ווערט אַלץ קלענער. דערביי צייגט זיך אַרויס נאָך אַ זעהר אינטערעסאַנטע זאַך. דער דאָ־זיגער אַש־קאַליר איז עטוואָס שאַרפער און קענטיגער פאַרטאָג, נאָך דעם לעצטען פערטעל, איידער אבענדס, בעפאָר דעם ערשטען פערטעל פון דער לבנה, און דאָס איז דעריבער, וואָס די מזרח׳דיגע העלפט פון

ציינבנונג 89.—דער אַש־קאַליר אָבשיין פון דער לבנה.

דער ערד רעפלעקטירט מעהר די זונען־שטראַהלען פאר דער מערב׳דיגער העלפט, וואו וואַסערען פון די אָקעאַנען שלינגען איין די זונען־שטראַה־לען (אויסער דעם איז דער מזרחדיגער טהייל פון דער לבנה עטוואָס דונקעלער פון דער מערב׳דיגער, ווייל דאָרטען געפינען זיך מעהר פעלז־קענדיגע ערטער).

אז דער אַש־קאָליר פון דער לבנה איז אייגענטליך נור אן אבשיין פון אַן אָבשיין, אָט ווי דער אָבשיין פון א שפּיעגעל וואָס רעפלעקטירט די אָבשטראַהלונג פון אַן אַנדער שפּיעגעל, צייגט זיך אויך אַרויס דורך דעם, וואָס אין ווינטער, בשעת דער גרעסטער טהייל פון דער ערד׳ס א האַלב־קוגעל איז בעדעקט מיט שנעע, איז ער קענטיגער. זעלבסטפערשטענדליך, דער אָבשיין פון געגענדען, וואָס זיינען בעדעקט מיט שנעע, איז העלער, ווי דער אָבשיין פון גרינע פעל־דער.

בעמערקענסווערטה איז דערביי אויך, וואָס איידער מען האָט דורך ים־רייזען ענטדעקט אויסטראַליען, זיינען אַסטראָנאָמען געקומען צו אַזאַ שלוס, ווייל דער אָבשיין פון דיעזען טהייל פון דער ערד אויף דער לבנה איז ק ל אָ ר ע ר, ווי ווען דאָרטען וואָלט ניכן געווען יבשה, נור עס וואָלט זיך אַלץ געצויגען דער אָקעאַן.



ציינכנונג 90.—די ווירקונג פון איראַדיאַציאָן.

פערצייטיגע שטערן־זעהער און אַסטראָנאָמען האָבען זיך שטאַרק געבראָכען די קעפּ צו ערקלערען דיעזען שיין אויף דער לבנה; אָבער ערשט דער בעריהמטער איטאַליענישער מאַהלער און סקולפּטאָר ל ע־אָ נ אַ ר ד אָ ד אַ ו ו י נ ט ש י, וועלכער איז אויך געווען א טיעפער דענקער, א געלעהרטער און אַ זעלטענער זשעניע, האָט געגעבען די ריכטיגע ערקלערונג דערפון אין 15טען יאָהרהונדערט.

דער שיינענדער סערפּ פון דער לבנה זעהט אויס צו האָבען אַ פיעל גרעסערן דיאַמעטער, ווי דער קרייז פון דער אַש־קאָלירטער לבנה. דאָס קומט אָבער דערפון, וואָס מען רופט אין פיזיק איראַדיאַציע־אָן און וואָס בעשטעהט אין דעם, אַז זאַכען ווייזען זיך אויס גרעסער, וואָס מעהר זיי זיינען בעלויכטען. אָט בעטראַכט, למשל, די צוויי קייקעלעך אויף דער צייכנונג 90. וועלכע פון זיי איז גרעסער — די ווייסע אָדער די שוואַרצע? אייך דוכט זיך געוויס, אַז די ווייסע איז גרעסער. אין דער ווירקליכקייט אָבער זיינען זיי ביידע גאַנץ גלייך, ווי איהר קענט זיך איבערצייגען, ווען איהר זאָלט זיי מעסטען מיט אַ צירקול, אָדער אויסשניידען און ארויפלייגען איינע אויף די אנדערע. דאָס וואָס עס ווייזט זיך אונז אויס, אַז די ווייסע קייקעלע איז גרעסער פאַר די שוואַרצע, איז פּשוט אַ טוישונג פון דער ראיה. גאַנץ איינפאַך, די אויגען נאַרען אונז דאָ.

קאַפּיטעל 36.

די עקליפּסען פון דער זון און פון דער לבנה.

צו די ערשיינונגען, וועלכע זיינען פערבונדען מיט דער בעוועגונג פון דער לבנה, געהערען אויך די עקליפּסען. מען דאַרף ניט זיין קיין אַסטראָנאָם צו פערשטעהן און אַפילו אַליין אויסצוגעפינען נאָך אַ רייהע בעאָבאַכטונגען, אַז אַ ליקוי לבנה און אַ ליקוי חמה קומען דורך דעם, וואָס די לבנה דרעהט זיך אריין צווישען דער זון און דער ערד. עס איז דאָך זעלבסטפערשטענדליך, אַז אין איהרע רייזען אַרום דער ערד מוז דער לבנה אויסקומען צו געפינען זיך אין אַזעלכע פּאָזיציעס, אַז זי זאָל אַליין פערשטעלט אָדער פערפינסטערט ווערען דורך די ערד גראַדע אַנטקעגען די שטראַהלען פון דער זון, אָדער פערשטעלען פון אונז דיזע שטראַהלען, זאָ דאָס אונז זאָל זיך אויסדאַכטען, אַז די זון הערט אויף צו שיינען.

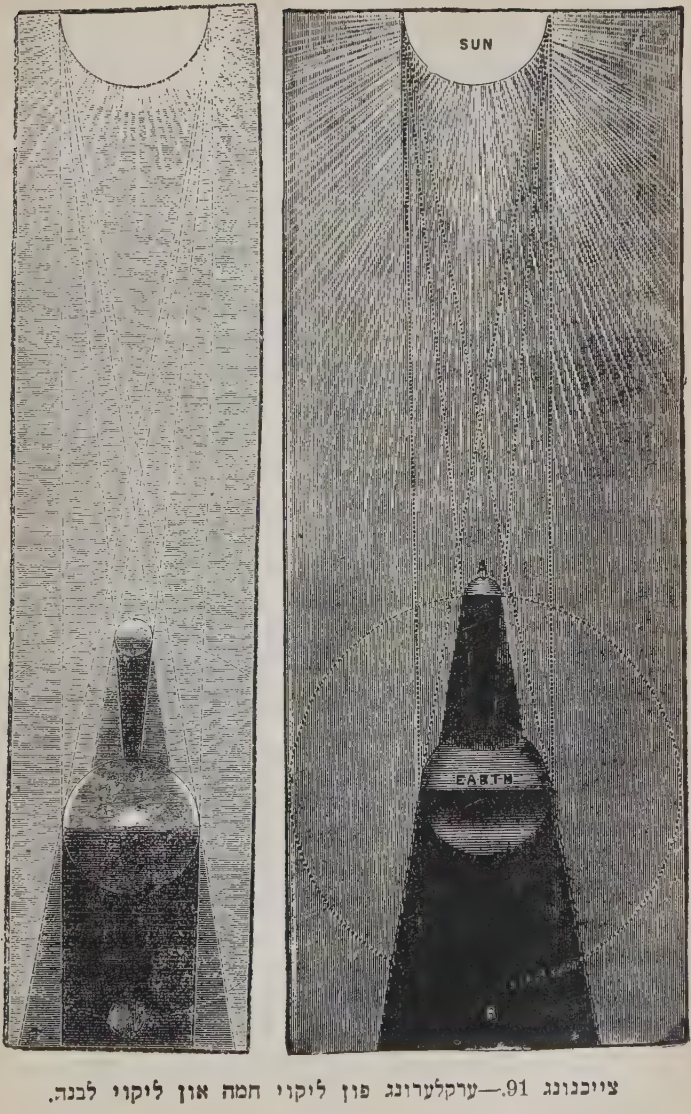
דאָס איז מען שוין דערגאַנגען אין גרוי־אַלטע צייטען. עס איז לייכט געווען צו בעמערקען, אַז אַ ליקוי לבנה טרעפט אַלץ, ווען די לבנה צייגט אונז איהר פולען פּנים, און פערקעהרט, אַ ליקוי חמה

טרעפט אַלץ, ווען די לבנה איז גאָר ניט צו זעהען, ווען עס איז איהר „מולד“. דערפון האָט מען געמוזט ציהען דעם איינפאַכען שלוס, אַז דאַן געפינען זיך די לבנה און די זון אויף איין ליניע מיט דער ערד. אַזוי איז עס טאַקע נאָך אַלע בעאָבאַכטונגען און רעכנונגען פון אַלע אַסטראָנאָמען.

ווען דיזע דריי הימלישע קערפּערם וואָלטען זיך געפונען אויף איין פלעכע, נעמליך: ווען די אָרביט פון דער לבנה אַרום דער ערד וואָלט זיך געפונען שטענדיג אויף דעם זעלבען שטח אָדער פלאַכקייט, ווי די אָרביט פון דער ערד אַרום דער זון, אָט ווי, לאָמיר זאָגען, קרייזען אַרום איין צענטער אויף אַ שטיקעל פּאַפּיער, אָדער ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 91, דאַן וואָלטען מיר יעדען מאָנאַט געזעהען צוויי עקליפּסען, איינע פון דער לבנה און די אַנדערע פון דער זון. ביי יעדען מולד וואָלטען מיר נעמליך געהאַט אַ ליקוי חמה און ביי יעדער פולער לבנה — אַ ליקוי לבנה.

אויף דער צייכנונג 91 האָבען מיר צוויי פאָרשטעלונגען פון די עקליפּסען — לויט אַן ענגלישען (רעכטס) און אַ פראַנצויזישען (לינקס) לעהר־בוך פון אַסטראָנאָמיע — אום דער לעזער זאָל עס דייטליכער זעהען. די בוכשטאַבען A און B אויף דיזער צייכנונג (צו דער רעכטער האַנד) מאַרקירען די פּאָזיציעס פון דער לבנה בשעת זי וואַרפט איהר שאָטען אויף דער ערד און בשעת זי געפינט זיך אין דעם שאָטען פון דער ערד.

אָבער אַזוי ווי די אָרביטען פון דער לבנה און פון דער ערד פאַלען ניט צוזאַמען, נור בילדען צווישען זיך אַ געוויסען ווינקעל (אָט לאָמיר זאָגען, ווי די פלעכען פון צוויי זייטלעך פון דיזען בוך, ווען איהר זאָלט זיי האַלטען אויפגעהויבען נאָהענט איינע לעבען די אַנדערע), דאַרום פּאַסירט עס געוועהנליך, אַז די לבנה מאַרשירט זיך דורך צווישען דער זון און דער ערד אָהן עקליפּסען. נור ווען די זון געפינט זיך אין דער נאָכבאַרשאַפט פון די פונקטען, וואו די אָרביטען פון דער ערד און פון דער לבנה קרייצען זיך איבער, קען פאָרקומען אַן עקליפּס, ווייל דאַן געפינען זיך דיזע דריי קערפּערס כמעט אויף אַ גלייכער ליניע. די דאָזיגע קרייץ־פונקטען



צייכנונג 91.—ערקלערונג פון ליקוי חמה און ליקוי לבנה.

ווערען גערופען מיט'ן לאטײנישען ווארט „נאָדען“, וואָס אויף פּראָסט אידיש מיינט עס „קניפּלעך“.

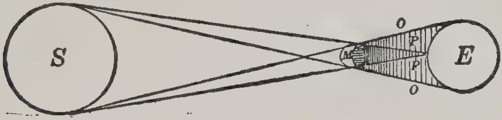
מיט די דאָזיגע „קניפּלעך“ ווע̇לען מיר זיך בעקענען אין א קאַפּי־טעל איבער דער ערד, און אין דיזען קאַפּיטעל לאָמיר נעהענטער בע־טראַכטען די צייכנונג 91. די זון, די לבנה און די ערד זיינען דאָ פאָר־געשטעלט אויף א י י ן פלעכע אָדער שטח, אָט די פלעכע פון דער זייטעל פּאַפּיער פאר אונזערע אויגען. די שטראַהלען פון דער זון פאַ־לען אין אלע ריכטונגען, נור צווישען דער זון און דער ערד דרעהט זיך אריין די לבנה, זאָ דאָס איהר ש אָ ט ע ן פ א ל ט אויף דער ערד. דאַן איז עס ליקוי חמה אין די ערטער, וואו דער דאָזיגער שאָטען פאַלט, אָבער נ י ט אין די איבעריגע טהיילען פון דער ערד. דער מיטעלסטער טהייל פון דיזען שאָטען איז דונקעלער, ווי דער אויסע־רער, וואו עס קומען די זון־שטראַהלען אביסעל פון דער זייט. זיי טראַגען די נעמען „אומבראַ“ און „פּענומבראַ“. די ריכטונגען פון די זונען־שטראַהלען ארום דער לבנה און ארום דער ערד, זיינען בעצייכענט מיט געפּינטעלטע גלייכע ליניעס אויף דער צייכנונג 91.

אָט אויף די ערטער פון אונזער ערד־קוגעל, וואו עס פאלט דער מיטעלסטער און דונקעלסטער טהייל פון דער לבנה'ס שאָטען (אומבראַ), זעהט מען דאַן גאָר ניט די זון. דאָרטען איז עס א טאָטאַלע ליקוי חמה. אין די ערטער, וואו דער שאָטען פון דער לבנה איז ניט אזוי דונקעל (פּענומבראַ), זעהט מען ניט די זון אין גאַנצען פערשטעלט.

ווען די לבנה קומט, זאָ צו זאָגען, הינטער דער ערד, אזוי אז אויף איהר פאַלט דער שאָטען פון דער ערד, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 91 אונטען, דאַן האָבען מיר א ליקוי לבנה. ניט פון אלע פונקטען אויף דער ערד ווע̇לען מיר דאַן זעהען די לבנה אין גאַנצען פער־דונקעלט. אזוי לאַנג ווי די לבנה געפינט זיך אין דעם מיטעלסטען און, פאָלגליך, דונקעלסטען טהייל (אומבראַ) פון דעם שאָטען פון דער ערד, איז זי אין גאַנצען פערדונקעלט אָדער עקליפּסירט, און ווען זי קומט אריין אין דעם שווארצען שאָטען, הויבט מען איהר אָן צו זעהען פון דער זייט.

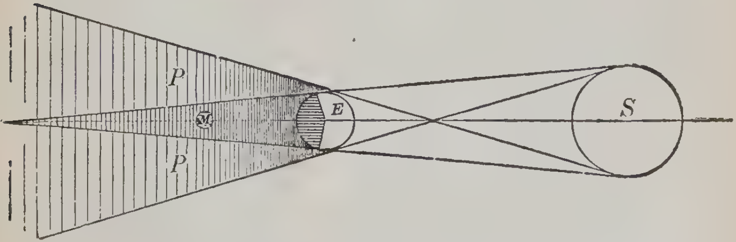
טאָמער פערשטעהט עס נאָך אלץ ניט א לעזער, זאָל ער נעהענטער בעטראַכטען די צייכנונג 92, וואו עס איז פאָרגעשטעלט די לבנה צווי־שען דער זון און דער ערד (און דאַן פאַלט דער שאָטען פון דער לבנה

אויף דער ערד, וואָס עס מיינט מיט אנדערע ווערטער, אַז עס קומט פאָר אַ ליקוי חמה), און די צייכנונג 93, וואו עס איז פאָרגעשטעלט די ערד צווישען דער זון און דער לבנה (דאַן איז עס ליקוי לבנה). די בוכשטאַבען S, E, M, P, O בעצייכענען רעספּעקטיוו די זון, די ערד, די לבנה, די פּענומבראַ און די ערטער אויסערהאַלב אירגענד וועלכען שאָטען.



צייכנונג 92.—ליקוי חמה: — ווי אַזוי דער שאָטען פון דער לבנה פאַלט אויף דער ערד.

ווען די שטראַהלען פון דער זון פאַלען אויף דער לבנה, צושפּרייטען זיי זיך דאָרטען, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 92. עס ענט־שטעהען צווייערליי שאָטענס, נעמליך: די אומבראַ און די פּע־נומבראַ. און ווען עס טרעפט, אַז די ערד בעגעגענט דיזע שאָטענס, דאַן האָט מען אַ ט אָ ט אַ ל ע ליקוי חמה אין די ערטער, וואו עס פאַלט די אומבראַ (צווישען די בוכשטאַבען P P) אַ טהיילווייזע ליקוי חמה אין די ערטער, וואו עס פאַלט די פּענומבראַ (צווישען די בוכשטאַ־בען O O) און גאָר קיין ליקוי חמה אויסערהאַלב די פּענומבראַ.

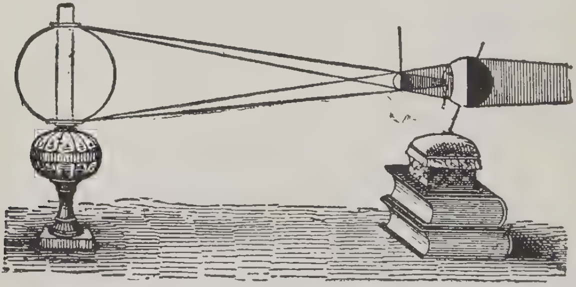


צייכנונג 93.—ליקוי לבנה: ווי אַזוי דער שאָטען פון דער ערד פאַלט אויף דער לבנה.

ווען די לבנה וועט דורכרייזען דעם שאָטען פון דער ערד, ווי פאָר־געשטעלט אויף דער צייכנונג 93, און ניט אָן אַ זייט, אַמאָל איבער און אַמאָל אונטער דיזען שאָטען (און דאַן קען שוין, נאַטירליך, ניט

פאַרקומען אַ ליקוי לבנה), דאַן וועט מען זעהען א ט א ט א ל ע ליקוי לבנה אַזוי לאַנג, ווי זי געפינט זיך אין דער אומבראַ, און אַ ט ה י י ל־ וו י י ז ע ליקוי לבנה זאָ לאַנג זי געפינט זיך אין דער פענומבראַ (בע־צייכענט מיט די בוכשטאַבען PP). ווען מיר וואָלטען זיך דאַמאָלס געפונען אויף דער לבנה, וואָלטען מיר, זעלבסטפערשטענדליך, געהאַט דאָרטען אַ ליקוי חמה.

ווער עס וויל, קען מאַכען אַזאַ איינפאַכען עקספערימענט אין אַ ד ו נ ק ע ל ע ן צימער, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 94. אַזעלכע עקספערימענטען מאַכט מען אין קלאַסען פאַר קינדער. דער שיין פון אַ לאָמפּ פאַלט אויף צוויי קוגלען, פון וועלכע דער קלענערער שטעלט פאָר די לבנה און דער גרעסערער — די ערד. דער גרעסערער



צייכנונג 94.—אַן איינפאַכער עקספערימענט צו צייגען די „אומבראַ“ און „פענומבראַ“, ווי ביי אַ ליקוי חמה.

(לאָמיר זאָגען אַ גרויסער אַפּעלסין) איז דורכגעשטאָכען מיט אַ לאַנגער שפּילקע וואָס שטעלט פאָר די אַקס פון דער ערד. דער קלענערער קו־געל (לאָמיר זאָגען אַ שפּיעל־באָל) איז אויפגעהאַנגען אויף אַ שנירעל און רעפּרעזענטירט די לבנה. ווען דער שיין פון לאָמפּ פאַלט אויף זיי, בעמערקט מען צווייערליי שאָטענס פון דעם קלענערען קוגעל אויף דעם גרעסערען, די אומבראַ און פענומבראַ, ווי מאַרקירט אויף דער צייכנונג 94.

אַזוי ווי די ערד איז פיעל מאָל גרעסער פאַר דער לבנה, פערשטעהט עס זיך דאָך, אַז די זעלבע פּראָפּאָרציע מוז בלייבען צווישען זייערע

שאָטענס. ווערהענד די לבנה בעהאַלט זיך, זאָ צו זאָגען, אין דעם שאָ־טען פון דער ערד, ווערט נור אַ גאַנץ קליינער טהייל פון דער ערד גע־טראָפען פון דעם שאָטען פון דער לבנה, אַט ווי דאָס איז, למשל, צו זעהען אויף די צייכנונגען 92 און 93. דערפון פאָלגט, וואָס ניט נור קען מען זעהען אַ פיעל לענגערע צייט אַ ליקוי לבנה איידער אַ ליקוי חמה, זאָנדערן אויך פון אַ פיעל גרעסערען טהייל ערד־קוגעל.

דער שאָטען פון דער ערד איז, לויט אַסטראָנאָמישע רעכנונגען, 1,383,000 קילאָמעטער לאַנג. דאָס איז 108½ מאָל לענגער פאַר דעם דיאַמעטער פון דער ערד. אַזוי ווי די לבנה געפינט זיך 384,000 קי־לאָמעטער ווייט פון דער ערד, איז דאָרטען דער שאָטען פון דער ערד־(ווער עס קען נור טריגאָנאָמעטריע, וועט עס לייכט אויסרעכענען) אונגעפעהר צוויי און אַ פינפטעל מאָל ב ר י י ט ע ר פאַר דער לבנה. און אַזוי ווי די לבנה רייזט דורך אין אַ סעקונדע 1017 קילאָ־מעטער, דאַרף עס איהר נעהמען 2 שטונדען און 5 מינוט פון דעם מאָמענט, ווען זי קומט אַריין אין דיזען שאָטען, ביז דעם מאָמענט, ווען זי בעפרייט זיך אין גאַנצען פון איהם.

אַזוי ווי די לבנה בעוועגט זיך פון מערב צו מזרח, אָדער פון דער רעכטער האַנד צו דער לינקער בשעת מיר שטעהען מיט'ן פנים צו איהר, פערשטעהט זיך דאָך, אַז זי טרעט צוערשט אַריין אין דעם שאָטען פון דער ערד מיט איהר מ ז ר ח'ד י ג ע ר אָדער לינקער זייט. ביסלעכווייז ווערט די לבנה אַלץ מעהר פערפינסטערט אָדער עקליפ־סירט; אָבער שטענדיג איז די פ אָ ר ם פון דעם פערדונקעלטען טהייל אַ ק י י ל ע כ ד י ג ע, וואָס עס איז דאָך אַ קלאָרער און אונבעשטרייטבאַרער בעווייז, אַז די ערד גופא איז קיילעכדיג. נאַ־טירליך, דער שאָטען פון אַ ניט קיילעכדיגער זאַך קען דאָך ניט זיין קיילעכדיג. נור דורך די עקליפסען פון דער לבנה איז עס מעגליך גע־וואָרען אפילו אין גרוי־אַלטע צייטען צו דערגעהן אויף זיכער און פשוט צו דערזעהען, אַז די ערד איז באמת קיילעכדיג און ניט פלאַך, ווי דאָס דוכט זיך אויס. אייגענטליך האָט מען ניט עד היום עפּעס אַן אנדער מיטעל טאָקע צו ז ע ה ע ן ד י ר ע ק ט מיט נאַקעטע אויגען, און אפילו מיט טעלעסקאָפּען, אַז אונזער ערד איז אויך ספּעריש אָדער קוגעלמעסיג, אַזוי ווי די אַנדערע פּלאַנעטען.

די קאָלירען פון דעם שאָטען אויף דער לבנה בייטען זיך אין פער־לויף פון א טאָטאַלען עקליפּס. אָנפאַנגס איז עס דונקעל־גרוי און נאָכ־הער רויטליך אזוי ווי קופּער. אָבער עפּעס אַן אָבשיין זעהט מען דאַן אַלץ דורך דעם שאָטען אפילו בשעת די לבנה שוועבט דאָרטען אין דער אומבראַ. מיר איז ניט איין מאָל אויסגעקומען צו בעאָבאַכטען א טאָטאַלע ליקוי לבנה, און איך געדענק, ווי איך האָב זיך געוואונדערט, וואָרום זי שיינט דאָך אַביסעל, אפילו ווען זי איז אין גאַנצען בעדעקט מיט'ן שאָטען פון דער ערד. דער מיטעלסטער טהייל פון דער לבנה זעהט דאַן אויס עפּעס ווי בעדעקט מיט א דונקעלען, אָבער דורכזיכטיגען וואָלקען. נאָך דעם ווי איך האָב אריינגעקוקט אין אַסטראָנאָמישע ביכער, האָב איך געפונען, אַז דיזע ערשיינונג ווערט ערקלערט דערמיט, וואָס די שטראַהלען פון דער זון ברעכען זיך אין דער אַטמאָספערע פון דער ערד.

דער דאָזיגער אבשיין האָט, אַלזאָ, צו טהאָן מיט דער ערד און ניט מיט דער לבנה. מען האָט אויסגעפונען, אַז ער איז גרעסער אָדער קלענער לויט די קוואַנטיטעט פון פּאַרע (דאַמפּף) און וואָלקענס אין אונזער לופט צו דער צייט פון אַן עקליפּס.

אין פערלויף פון דורות און דורות, ווען מען האָט אַלץ מעהר נאָכ־געשפּירט אַזעלכע אויפפאַלענדע און פון ערשטען בליק גאַנץ אויסער־אָרדענטליכע ערשיינונגען, ווי עקליפּסען, וועלכע פּלעגען אָניאָגען א שרעק אויף אַלע פעלקער און וועלכע שרעקען אויך היינט ניט וועניג מענשען אפילו אין ציוויליזירטע לענדער, האָט מען ביסלעכווייז גע־מוזט בעמערקען עפּעס א געוויסע רעגעלמעסיגקייט דערביי. שטערן־זעהעריי איז דאָך פערבונדען געוועזען מיט רעליגיאָן ביי אַלע קולטור־פעלקער, און די מכשפים און כהנים פּלעגען אַלץ זוכען צו דערגעהן עפּעס סודות און טרעפען די צוקונפט דורך געוויסע סמנים אויפ'ן הימעל. די בעוועגונגען פון הימלישע קערפּערס פּאַלגען דאָך געוויסע נאַטור־געזעצע און זיינען דאָרום רעגעלמעסיגע, זאָ דאָס נאָך אָפטע זאָרגפעלטיגע בעאָבאַכטונגען מוז מען שליסליך אויסגעפינען די פּעריאָדען, ווען עס קומען פאָר ווידערהאָלונגען.

יעדענפאַלס ווייס מען גאַנץ פּאָזיטיוו, אַז אין בבל האָט מען שוין מיט 2500 יאָהר צוריק געקענט פאָראויסזאָגען עקליפּסען. דאָס איז געוועזען בעגרינדעט אויף זייערע ווידערהאָלונגען אין פערלויף

פון אַ בעשטימטער צייט, נעמליך: נאָך יעדע 223 לונאַציאָנען (לבנה־מאָנאַטען) אָדער נאָך 6585 טעג, אַלזאָ יעדע 18 יאָהר און 11 טעג. דער דאָזיגער פעריאָד ווערט גערופען מיט'ן באַבילאָנישען נאָמען „סאַראָס“. ווען מען האָט אָנגעפאנגען צו פערצייכענען די עקליפסען; טאָטאַלע און טהיילווייזע בעזונדער, ווי אויך צו מ ע ס ט ע ן זייער צייט, פּאָזיציעס און פערנעהם (די טהיילווייזע זיינען ניט אַלע מאָל גלייך). איז עס גאָר ניט שווער געווען אויסצוגעפינען, ווי אַזוי און ווען זיי קומען פאָר נאָך אַמאָל אין די ז ע ל ב ע ג ע ש ט א ל ט ע ן. אַלס רעזולטאַט דערפון איז געווען דער בעריהמטער באַבילאָנישער „סאַראָס“, אָדער דער פעריאָד פון 18 יאָהר און 11 טעג, נאָך וועלכען עס ווידערהאָלט זיך די זעלבע רייהע פון עקליפסען.

אין דיזען פעריאָד קען מען בעמערקען דורכשניטליך 70 עקליפסען, דערפון 29 פון דער לבנה און 41 פון דער זון. אין פערלויף פון איין יאָהר קען עס קיין מאָל ניט טרעפען וועניגער פון 2 און מעהר פון 7 עקליפסען. עס טרעפען יאָהרען גאָר אָהן שום ליקוי לבנה'ס, אָבער קיין מאָל ניט אָהן אַ ליקוי חמה. אום צו פערשטעהן די אורזאַכע דערפון, דאַרף מען קענען אַביסעל געאָמעטריע.

אַ יאָהר מיט 7 עקליפסען איז אַ זעלטענהייט. לויט אַסטראָנאָמישע רעכנונגען פּאַסירט עס דורכשניטליך איין מאָל אין 70 יאָהר. איינער פון אַזעלכע יאָהרען איז גראַדע 1917, ווען דיזער קאַפּיטעל ווערט געשריבען. 4 פון די 7 עקליפסען דיזען יאָהר זיינען ליקוי חמה'ס און 3 — ליקוי לבנה'ס. אַזאַ פאַל האָט פּאַסירט איבער 100 יאָהר צוריק, נעמליך אין 1805.

דער ערשטער פון די 7 עקליפסען פון 1917 איז פאָרגעקומען אין דער נאַכט פון זונטאַג, דעם 7טען יאַנואַר. דאָס איז געווען אַ טאָטאַלע ליקוי לבנה, וועלכע מען האָט גאַנץ גוט געקענט בעאָבאַכטען אין ניו יאָרק, ווייל דער הימעל איז דאַן געווען זעהר קלאָר. דיזע ליקוי לבנה האָט מען געקענט זעהען אין גאַנץ יונייטעד סטייטס, נור נאַטירליך ניט איבעראַל אין דער זעלבער שטונדע פון דער נאַכט. אין ניו יאָרק איז דאַן די לבנה אריין אין דעם שאָטען פון דער ערד 50 מינוט נאָך האַלבע נאַכט און האָט זיך אין גאַנצען בעפרייט פון איהם האַלב נאָך 4 אין דער פריה. די רייזע פון דער לבנה, בשעת זי איז א י ן ג א נ־

צ ע ז בערעקט געוועז מיט'ן שאָטען, האָט געדויערט נור אַ שטונדע און 29 מינוט.

ביז די נייע צייטען, ווען מען האָט אויסגעפונען בעסערע מיטלען און גענויערע אינסטרומענטען צו מעסטען הימלישע קערפּערס און זייערע בעוועגונגען, איז דער „סאַראָס" געוועז דער איינציגער וועג צו בעשטימען פאָראויס, ווען עס וועלען טרעפען עקליפּסען. פאַר פּראַק־טישע צוועקען איז דאָס געוועז גענוג, אָבער ווייט ניט גענוי אויף דער מינוט. היינט קען מען אויסרעכענען אַלע עקליפּסען מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט, טאַקע אויף דער רגע, אפילו אין טויזענדע יאָהרען ארום. אַ פראַנצויזישער אַסטראָנאָם מיט'ן נאָמען פּ י נ ג ר ע האָט אין 18טען יאָהרהונדערט אויסגערעכענט אַלע עקליפּסען, וועלכע האָבען פּאַסירט אין פערלויף פון 3000 יאָהר פריהער, און אין 1887 האָט אַ דייטשער אַסטראָנאָם מיט'ן נאָמען אָ פּ אָ ל צ ע ר פערעפענטליכט אַ טאַבעלע פון אַלע עקליפּסען אין פערלויף פון 1207 ביז 2163.

* * *

די אויסרעכנונג פון עקליפּסען אין דער פאַרגאַנגענהייט איז מאַנ־כעס מאָל זעהר וויכטיג פאַר כראָנאָלאָגישע פאָרשונגען. אַלס ביי־שפּיעל וועלען מיר דאָ ברענגען אַזאַ פאַל: ה ע ר אָ ד אָ ט ו ס, גע־נאַנט דער פאָטער פון געשיכטע, דערצעהלט, דאָס אין דער צייט פון אַ שלאַכט צווישען די לידיער און מעדיער אין קליין־אַזיען האָט גראָדע פּאַסירט אַ טאָטאַלע ליקוי חמה, און די קעמפּפער פוןביידע זייטען האָ־בען זיך אַזוי דערשראָקען, אַז עס איז געקומען אַ סוף צו דער מלחמה. היסטאָריקער האָבען אָבער אַלץ ניט געקענט בעשטימען, אין וועלכען יאָהר דאָס האָט אייגענטליך פּאַסירט. נאָך די רעכנונגען פון איינינע איז עס אויסגעקומען, אַז דיזע שלאַכט איז פאָרגעקומען אין יאָהר 583 און נאָך די רעכנונגען פון אנדערע — אין יאָהר 626 פאַר דער קריסטלי־כער צייט־רעכנונג. אויף דעם גרונד פון אַסטראָנאָמישע רעכנונגען איז אָבער פעסטגעשטעלט געוואָרען, אַז דאָס האָט פּאַסירט דעם 28טען מאַי 585. מען האָט אַזוי געקראָגען אַ גאַנץ גענויע דאַטע פאַר אַ געוויסען פּעריאָד אין דער געשיכטע פון וועסט־אַזיען מיט אונ־געפעהר 2500 יאָהר צוריק.

מיט מעשה'לעך וועגען עקליפּסען קען מען אָנפילען אַ בוך. אַז איך האַלט דערביי וועל איך ברענגען אַ פּאָר.

עס איז בעקאַנט, אַז עס האָט ניט פיעל געפעהלט, דאָס אַלכסנדר מוקדון זאָל פערלירען די שלאַכט ביי אַבעלעס דורך אַ ליקוי חמה.

קאָלומבוס, קען זיין, וואָלט אומגעקומען פון הונגער מיט זיין קליי־נער אַרמעע אויף דעם אינזעל דזשאַמאַיקאַ, ווען ער וואָלט זיך ניט בענוצט מיט זיינע אַסטראָנאָמישע קענטניסע, אום אָנצושרעקען די וויל־דע דאָרטען, וועלכע האָבען זיך ענטזאָגט צו געבען איהם שפּייז. ער האָט זיי ווי עס איז געגעבען צו פערשטעהן, אַז אויב זיי וועלען זיך איינ־שפּאַרען און איהם לאָזען אָהן שפּייז, וועט ער זיי לאָזען דעם זעלבען אבענד אָהן דעם שיין פון דער לבנה. דאָס איז געווען דעם 1טען מערץ 1504, ווען די ליקוי לבנה האָט זיך דאָרטען אָנגעפאַנגען אַרום 6 אוהר אבענדס. ווי נור די ווילדע האָבען דערזעהען, אַז די לבנה ווערט טאַקע פערפינסטערט, זיינען זיי גלייך געקומען צו לויפען אין שרעק און געבעטען רחמים מען זאָל נור ביי זיי נעהמען שפּייז.

אין 1868, ווען דער בעריהמטער פראַנצויזישער אַסטראָנאָם ז ש א נ ס א ן האָט אַלעס צוגעגרייט צו בעאָבאַכטען די טאָטאַלע ליקוי חמה אין אינדיען, האָבען די אינדוסען, וועלכע די ענגלישע רע־גיערונג האָט צוגעשטעלט צו דיענען איהם דערביי, זיך אַ לאָז געטאָן צום טייך, ווי נור דיזע ערשיינונג האָט זיך אָנגעפאַנגען, ווייל לויט זייער רעליגיאָן דאַרפען זיי בשעת מעשה בלייבען ביז'ן האַלז אין וואַ־סער אַלס אַ סגולה געגען דעם בייזען גייסט, וואָס וויל אָוועקרויבען די זון פון דער וועלט. ערשט נאָך דער ליקוי חמה זיינען זיי געקומען צוריק צום אַסטראָנאָם.

מיט עקליפּסען פון דער זון זיינען פערבונדען זעהר פערשפּריי־טע מיטהען וועגען אַ „דראַגאָן“, וועגען אַ „שלאַנג“ וואָס וויל איינשלינגען די זון, וועגען אַ קאַמפּף צווישען ליכט און פינסטערניס. מען פלעגט דאַרום שרייען, פּויקען, קלאַפּען און מאַכען דעם גרעסטען גערעדער אין דער צייט פון אַן עקליפּס, אום איבערצושרעקען דעם „דראַגאָן“ און צו פעריאָגען דעם בייזען רוח. אַזעלכע געפּילדערס און איינשרעקענעסען קומען עד היום פאָר ביי אַ טאָטאַלער ליקוי חמה אין פיעלע אַזיאַטישע געגענדען, דאַרונטער אויך אין כינאַ.

בשעת די ליקוי חמה דעם 15טען מערץ 1877 האָבען טערקישע סאָלדאַטען, וועלכע האָבען דאַן געפיהרט מלחמה מיט רוסלאַנד, גע־שאָסען פון זייערע ביקסען אויף דער זון, אום צו פעריאָגען דעם „דראַ־

גאָן". דעם 28טען יאַנואַר 1888 האָבען די מאַנדארינען אין פעקין גע־הייסען קלאַפּען און פּויקען, אום צו פעריאָגען דעם „דראַגאָן", וואָס האָט דאַמאָלס פערפינסטערט די לבנה.

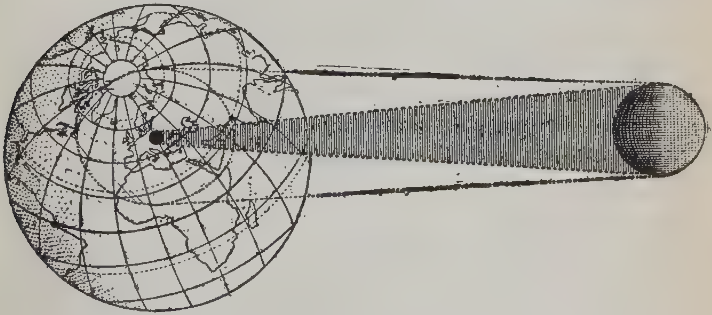
ווי אזוי מען האָט געשראָקען און געיאָגט דעם דראַגאָן אין

ציונכונג 95.—ווי מען האָט געוואָלט פעריאָגען אַ ליקוי לבנה אין טאַשקענט.

ט א ש ק ע נ ט (צענטראל אזיען), אין דער נאַכט פון 16טען דע־צעמבער 1880, ווען דאָרטען איז געווען אַ ליקוי לבנה, איז פאָרגע־שטעלט אויף דער צייכנונג 95.

* * *

טאָטאַלע עקליפסען פון דער זון אויף אַ בעשטימטען אָרט זיינען אַ זעהר גרויסע זעלטענהייט. אַט, צום ביישפיעל, אין פאַריז איז גע־ווען אַ טאָטאַלע ליקוי חמה דעם 22טען מאַי 1724, און די נעקסטע איז ערשט פאָרגעקומען דעם 17טען אַפּריל 1912. יעצט וועלען די פאַריזער האָבען צו וואַרטען אויף אַזאַ ערשיינונג ביז צו ענדע פון דיזען יאָהרהונדערט (נעמליך: 11טען אוגוסט 1999).

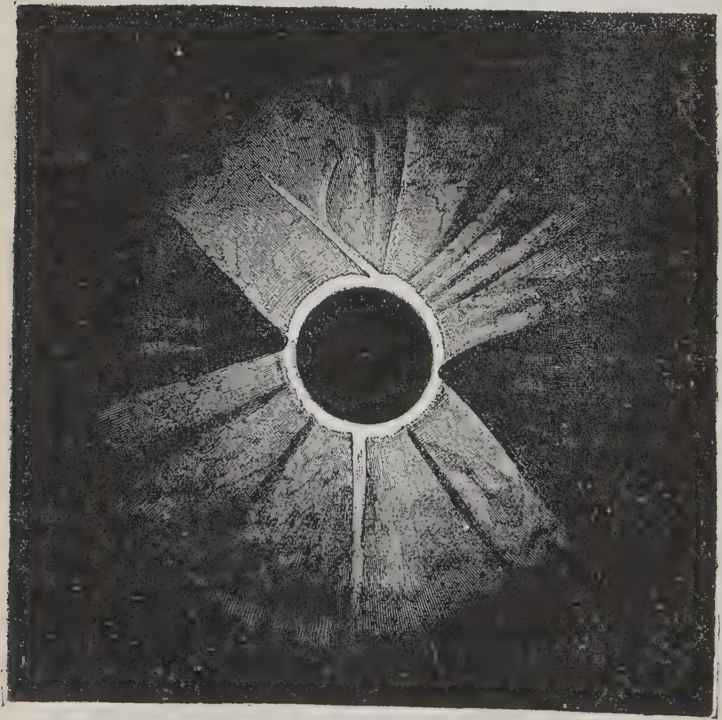


צייכנונג 96.—ווי דער שאָטען פון דער לבנה פאַלט אויף דער ערד בשעת אַ טאָטאַלע ליקוי חמה.

אַ טאָטאַלע ליקוי חמה קען נור פאָרקומען אין אַזאַ פאַל, ווען דער שייבאַרער דיאַמעטער פון דער לבנה איז גרעסער פאַר דעם שיינבאַ־רען דיאַמעטער פון דער זון. דאָס קען מען אָבער בלויז זעהען, ווען מען געפינט זיך אין נאָהענטע שכנות פון דער ליניע צווישען די צענ־טערס פון דער לבנה און פון דער זון. אַזאַ שטרעקע אויף אונזער ערד־קוגעל קען נור זיין אַ קליינע, ווייל דער שאָטען פון דער לבנה, ווען ער דערגרייכט ביז צו דער ערד, איז קליין אין שטח (געוועהנליך אַרום אַ הונדערט מייל), און אַזוי ווי עס נעהמט העכסטענס 7 מינוט 58 סעקונדען (און דאָס נור ביים עקוואַטאָר) ביז די לבנה מאַרשירט פערביי דער זון, פערשטעהט עס זיך, אַז נור אויף אַ בעשרענקטען

פאַס פון דער ערד קען מען יעדעס מאָל בעזונדער זעהען די זון א י ן
ג אַ נ צ ע ן פערפינסטערט.

וואָס פאַר אַ קליינער טהייל פון דער ערד עס ווערט בעדעקט
מיט'ן שאָטען פון דער לבנה בשעת זי פערשטעלט אונז אין גאַנצען די
זון (און דאַן איז עס אַ טאָטאַלע ליקוי חמה), ווערט קלאָר, ווען מען
בעטראַכט די צייכנונג 96. מיר האָבען דאַ פאָרגעשטעלט די ערד
(צו דער לינקער האַנד) און די לבנה מיט איהר שאָטען אויף דער
ערד. די שוואַרצע קייקעלע אויף דער ערד — דאָס בעצייכענט דעם
אָרט, וואו מען קען זעהען אין פערלויף פון 6 מינוט אַ טאָטאַלע ליקוי



צייכנונג 97.—ווי אַן אַנולערע ליקוי חמה זעהט אויס.

חמה. אין די געגענדען ארום דיזען קרייז, וועלכער פערנעהמט פון 50 ביז העכסטענס 300 קילאָמעטער אין דיאַמעטער, וועט מען שוין זע־הען בלויז א ט ה י י ל װ ײ ז ע ליקוי חמה, מעהר אָדער װעניגער גרויס.

אויסער טאָטאַלע און טהיילווייזע עקליפּסען פון דער זון, טרעפען אויך אַזעלכע, וועלכע טראָגען דעם נאָמען א נ ו ל ע ר ע, ווייל די זון זעהט דאַן אויס ווי א ר י נ ג, אַט ווי אויף דער צייכנונג 97. דאָס טרעפט אין דעם פאַל, ווען דער שיינבארער דיאַמעטער פון דער לבנה איז ק ל ע נ ע ר פאַר דעם שיינבארען דיאַמעטער פון דער זון. דאַן מוז מען, נאַטירליך, זעהען א שיינענדען רינג ארום דעם שאָטען פון דער לבנה. אזוי ווי דער שאָטען פון דער ערד איז אימער ברייטער פאַר דער לבנה, קען שוין דעריבער ניט טרעפען אַן אַנולערע ליקוי לבנה.

אַסטראָנאָמען רעכענען אויס פאָראויס אַלע איינצעלהייטען וועגען די גרויס און מארשרוטען פון יעדער ליקוי חמה, ווי אויך אין וועלכע ערטער זי איז א טאָטאַלע, אַן אַנולערע אָדער א טהיילווייזע, און זיי פערצייכענען עס מיט ל י נ י ע ס אויף קארטען, אום מען זאָל עס קענען לייכטער בעאָבאַכטען.

אויף די גרויסע בעדייטונג פון טאָטאַלע עקליפּסען פון דער זון פאַר אַסטראָנאָמישע פאָרשונגען איז אָנגעוויזען געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל 32 (איבער די עקספּלאָזיאָנען און פלאַמען אויף דער זון), וואו עס זיינען אויך געגעבען געוואָרען פאָטאָגראַפיעס פון אַזעלכע ערשיינונגען (זעהט דאָרט די צייכנונגען 70 און 71).

ק אַ פּ י ט ע ל 37.

די אורזאכען און ווירקונגען פון עבבע און פלוט.

די עקליפּסען האָבען ניט עפּעס אַ בעמערקבארען איינפלוס אויף דעם ערד־קוגעל. זיי פערשווינדען טאַקע ווי א שאָטען. עס פער־שטעהט זיך, אז אין די עטליכע מינוט, וואָס עס דויערט אַפילו א טאָ־טאַלע ליקוי חמה, ווען עס ווערט אזוי פינסטער, אַז מען זעהט די

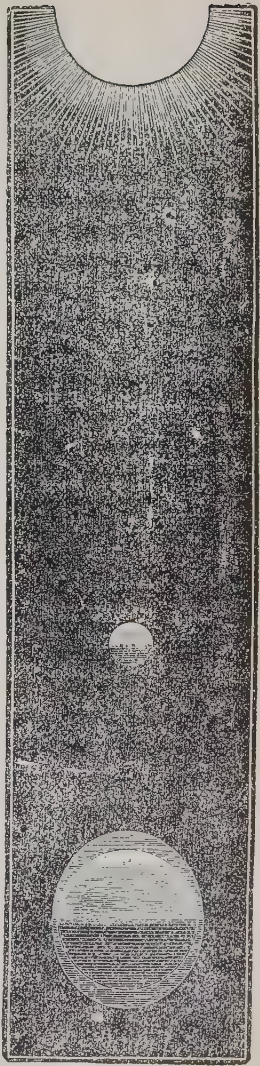
שטערן כמעט ווי ביי נאַכט, קען קיין ממשות'דיגע ענדערונג ניט פאָר־קומען אויף דער ערד. אַזוי שנעל, ווי דער שאָטען פון דער לבנה פערשטעלט מעהר ניט פון אונזערע בליקען דעם דיסק פון דער זון, געהט דאָך אַלעס ווייטער אין דער געוועהנליכער אָרדנונג אויף דער ערד.

אין יעדען מאָמענט אָבער צייגט זיך ארויס, אַז די לבנה רופט ארויס געוויסע זעהר וויכטיגע ענדערונגען אויף דער ערד. דיזע ענ־דערונגען זיינען דער רעזולטאַט פון איהר אָ נ צ י ה ו נ ג ס־ק ר אַ פ ט, ווי דאָס איז פעסטגעשטעלט געוואָרען זייט סער אייזעק ניוטאָן'ס ענטדעקונג פון גראַוויטאַציאָן, און זיי טראָגען אויף ענגליש דעם אַלגעמיינעם נאָמען „טאַידס". דאָס איז דער אייביגער שפּיעל פון די ים־וועלען אין ע ב ב ע און פ ל ו ט.

אַ טיעפע געהיימניס איז די דאָזיגע בעוועגונג געווען אַפילו פאַר די גרעסטע פילאָזאָפען פון גריכענלאַנד. מען האָט איהר געקרוינט דערפאַר מיט'ן נאָמען „דער קבר פון מענשליכער קוריאָזיטעט". דאָך האָט מען שוין אין גאַנץ אַלטע צייטען בעמערקט אַ געוויסען צ ו ז אַ־מ ע נ ה אַ נ ג צווישען די „טאַידס" און די לבנה. בעהויפּטונגען, אַז עבבע און פלוט ווערען ארויסגערופען פון דער לבנה, געפינט מען אין איינינגע פון די איבערגעבליבענע אַלט־גריכישע און רוימישע שריפטען; אָבער פון סתם אַ בעהויפּטונג ביז אַ ב ע ו ו י י ז איז דאָך בכל גאַנץ ווייט; און אין דיזען פאַל האָט מען ביז ניוטאָן'ס צייט גאָר ניט געקענט געבען אַ גרינדליכע ערקלערונג, פאַר וואָס די לבנה האָט עפּעס אַזאַ ווירקונג אויף די וואַסערען פון ים.

היינט דאַרף מען שוין גאָר קיין אַסטראָנאָם ניט זיין צו וויסען און אויך צו פערשטעהן, אַז די לבנה ווירקט אַזוי דורך איהר צוציהונגס־קראַפט. די געזעצע פון גראַוויטאַציאָן וועלען מיר בעטראַכטען אין איי־נעם פון די נעקסטע קאַפּיטלעך איבער אונזער ערד־קוגעל. נור פאַר אַן ערקלעהרונג, וואָרום עבבע און פלוט הערען קיין מאָל ניט אויף אין אירגענד וועלכען אָרט, וואו נור דער ים קומט צו, איז גענוג צו וויסען, אַז איין קערפּער ציהט צו דעם אַנדערען אין פּראָפּאָרציע צו זיין מ אַ־ס ע אָדער, פּשוט'ער גערעדט, ג ע ו ו י כ ט.

די לבנה וועגט אונגעפעהר 80 מאָל ווייניגער פאַר דער ערד, מוז דאָך איהר צוציהונגס־קראַפט אויך זיין 80 מאָל קלענער פאַר דער ערד'ס צוציהונגס־קראַפט. דאָרום איז עס די לבנה, ווי מיר ווייסען



דאס שווין פון א פאַריגען קאַפּיטעל, אזוי ווי צוגעבונדען צו דער ערד, אבער איהר צוציהונגס־קראַפט איז גענוג גרויס צו וויר־קען אזוי, אז דער פ ל י ס י ג ע ר טהייל פון דער ערד זאָל זיך א ו י פ ה ו י ב ע ן עטוואס אנטקעגען איהר, אַט ווי דאָס איז למשל פארגעשטעלט אויף דער צייכ־נונג 98.

די פאזיציעס פון דער ערד, לבנה און זון זיינען אויף דיזער צייכנונג, ווי צו דער צייט פון א נייער לבנה. אין די טהיילען פון ים, וואס זיינען דאַן אנטקעגען דער לבנה, קומט פאר א בעשטימטע א ו י פ־ה ו י ב ו נ ג, ווי מארקירט מיט אַ קיי־לעכדיגער ליניע איבער דעם קרייז פון דער ערד, ווייל פליסיגקייטען קענען דאָך לייכ־טער געבראכט ווערען אין בעוועגונג דורך אירגענד וועלכע קראפט, איידער סאָלידע זאַכען, ווי דאָס ווייס יעדער איינער פון טעגליכע ערפאהרונג.

אויב א געוויסע קוואנטיטעט וואסער הויבט זיך אויף אין איין אָרט, מוז זי דאָך אין אן אַנדער אָרט זיך ארונטערלאָזען. דאָס ווייס ווידער יעדער איינער פון טעג־ליכע ערפאהרונג און דאָס איז די אלגע־מיינע ערקלעהרונג פון עבבע און פלוט.

ניט אין אלע ים'ען און ניט ביי אַלע ברעגען פון דעם זעלבען ים איז אָבער דער דאָזיגער אייביגער שפּיעל פון די וועלען גלייך אין קראפט. אויך זיינען ניט אלע מאָל גלייך די „טאידס“ אין דעם זעלבען פאָרט. די אונטערשיעדען אין דער הויך

צייכנונג 98—ערקלערונג פון עבבע און פלוט.

פון די „טאַידס“ זיינען זעהר גרויס אין פערשיעדענע ים'ען. דאָס הענגט אָב פון אורזאכען, וועלכע האָבען שוין ניט צו טאָן מיט דער אַטראַקציאָן אָדער צוציהונגס־קראַפט פון דער לבנה, אַט ווי די גרויס און טיעפקייט פון ים, די פלאַכקייט פון די ברעגען, די ווינטען, די שטראָמען, א. ז. וו. אין אַ ים, וואָס איז ארומגערינגעלט מיט לאַנד, אַט ווי דער שווארצער ים אָדער דער מיטעל־לענדישער ים, קענען די וועלען, זעלבסטפערשטענדליך, ניט האָבען אזא פרייען שפיעל, ווי אין אַן אָקעאַן.

נור נעהמענדיג אין אַנבעטראַכט בלויז די ווירקונג פון דער לבנה, וואָס דאָס איז די הויפּט־ארוזאַך פון עבבע און פלוט, איז עס אויך לייכט צו זעהען, אַז אין פערלויף פון דער צייט, וואָס די ערד דער־לאַנגט זיך אַ דרעה רעספּעקטיוו צו דער לבנה — און דאָס נעהמט 24 שטונדען 48 מינוט — קען די אַטראַקציאָן פון דער לבנה ניט זיין גלייך אויף יעדען טהייל ערד־קוגעל. אין דער צייט ווען די לבנה געפינט זיך פונקט אַנטקעגען געוויסע טהיילען פון דער ערד און ציהט דאָרטען צו זיך מיט איהר גאַנצער קראַפט, מוז עס דאך זיין אַנדערס אין אַזעלכע טהיילען, וועלכע געפינען זיך אויף דער געגענזייטי־גער העלפט פון ערד־קוגעל.

עס ציינט זיך אָבער ארויס, אַז צו גלייכער צייט ווערען אויך אויפגעהויבען די וואַסערען פון ים אויף דער זייט פון ערד־קוגעל, וואָס איז ניט אַנטקעגען דער לבנה, ווי דאָס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 98 (נעמליך: אונטען אויף דער דונקעלער העלפט פון ערד־קוגעל). די אורזאך דערפון, וואָס גראַדע אין די ערטער, וועלכע גע־פינען זיך אַם ווייטעסטען פון דער לבנה הויבען זיך די וואַ־סערען אין ים אַזוי, ווי אין די ערטער, וועלכע געפינען זיך אַם נע־הענטסטען צו דער לבנה, ליעגט אין אַ קראַפט, וועלכע ווערט אין מעכאַניקע גערופען „סענטריפוגאַלע“. דאָס איז איינע פון די קרעפטע, וועלכע ענטוויקלען זיך, ווען מען דרעהט, למשל, אַ ראָד. זי טרייבט גראַדע פון צענטער ארויס. וואָס שנעלער אַ ראָד דרעהט זיך, אַלץ שטאַרקער ווערט אויך די דאָזיגע סענטריפוגאַלע (פון־צענטער־פליהענדער) קראַפט. מיט דיזער קראַפט בענוצט מען זיך אין געוויסע אינדוסטריען, ווען מען וויל אָבזונדערען פליסיגע

טהיילען פון סאָלידע. די פליסיגע טהיילען ש פ ר י צ ע ן א ר ו י ס דורך לעכעלעך אין אַ צילינדער, וועלכער ווערט שנעל געדרעהט.

אין איינצעלהייטען וועגען דיזע מעכאַנישע קרעפטע קענען מיר זיך דאָ ניט אריינלאָזען. עס וועט אונז נאָך אויסקומען צו ריידען וועגען זיי אין דעם קאַפּיטעל איבער גראַוויטאַציאָן. דער רעזולטאַט איז יעדענפאַלס, אַז אין דער צייט, ווען אין די טהיילען פון ערד־קוגעל אַנטקעגען די לבנה הויבען זיך די וואַסערען אין ים דורך ד' צוציהונגס־קראַפט פון דער לבנה, קומט אויך פאַר אַ הויבונג אין די ענטגעגענגעזעצטע טהיילען פון דער ערד דורך די סענטריפוגאַלע קראַפט, וועלכע טרייבט די וואַסערען א ר ו י ף, שטויסט זיי אָב־ פון דעם צענטער פון דער ערד.

און בשעת די וואַסערען שטייגען אַזוי אין דער הויך אין דיזע ערטער, מוזען זיי דאָך, נאַטירליך, אַרונטערלאָזען זיך אַנדערסוואו, נעמליך: אין די ז י י ט י ג ע טהיילען (בעטראַכט די צייכנונג 98). ווען מען שטעהט אויף איין אָרט ביי אַ ברעג פון ים און מען בעטראַכט דעם אייביגען שפּיעל פון די וועלען, מוז מען בעמערקען, אַז דאָרטען קומען פאַר צ ו ו י י מ אָ ל אין מעת־לעת עבבע און צ ו ו י י מ אָ ל פלוט. דער צופלוס קומט צו דער צייט, ווען די לבנה איז אַנטקעגען אָדער אויף דער אַנדער זייט פון ערד־קוגעל. לאָמיר זאָגען, אַז אויב אַרום מיטאָג איז אין פּאָרט פון ניו יאָרק עבבע, בשעת די לבנה איז אַנטקעגען, וועט עס אַזוי אויך זיין אין אונגעפעהר 12 שטונ־ דען אַרום בשעת די לבנה וועט שוין זיין גראַדע געגענאיבער דער אַנ־ דער העלפט (מזרח'דיגער) פון ערד־קוגעל.

אָט אַזוי וואַלט עס אויסגעקומען רעגעלמעסיג אונגעפעהר יעדע 6 שטונדען עבבע אָדער פלוט אין יעדען אָרט אויף דער ערד, ווען דאָס וואָלט אָבהענגיג געווען בלויז פון דער לבנה'ס צוציהונגס־קראַפט. אָבער די אַטראַקציאָן פון דער זון ווירקט אויך אויף דיזע בעוועגונגען אין ים. אַסטראָנאָמען, פיזיקער און מאַטעמאַטיקער האָבען אויסגע־ פונען דורך געוויסע פּראָבעס און רעכנונגען, אַז די ווירקונג פון דער זון אויף עבבע און פלוט איז אונגעפעהר צ ו ו י י מ אָ ל ק ל ע־ נ ע ר פאַר דער ווירקונג פון דער לבנה. די זון איז טאַקע ריעזיג גרויס אין פערגלייך מיט דער לבנה, אָבער דערפאַר איז זי דאָך פיעל

ווייטער, זאַ דאָס שליסליך איז איהר ווירקונג שוואַכער פאַר דער לבנה'ס ווירקונג אויף די „טאַידס".

די שטאַרקסטע און גרעסטע „טאַידס" זיינען, ווי אַלגעמיין בע־קאַנט, צו דער צייט פון פולע און נייע לבנות. דאָס איז גאַנץ איינ־פאַך דעריבער, ווייל דאַן זיינען די זון און די לבנה אַזוי אַנטקעגען דער ערד, אַזביידען'ס אַטראַקציאָנען פעראייניגען זיך, ווירקען צו־זאַמען אין א י י ן ריכטונג, כמעט אויף א גלייכער ליניע, ווערענד אין דער צייט פון אַ פערטעל לבנה קומען זיי אויס אַזוי ווייט איינע פון די אַנדערע, ווי צוויי ליניעס, וואָס שניידען זיך איבער אין אַ גלייכען ווינקעל. די זון ציהט צו זיך, לאָמיר זאָגען, בשעת זי געהט אונטער, ווערענד די לבנה ציהט צו זיך, בשעת זי געפינט זיך אין מיטען הימעל און מיר זעהען דאַן בלויז א פערטעל פון איהר. דער רעזולטאַט פון דיזע ציהונגען מוז דאַן זיין אַ שוואַכערער ווי ווען ביידע, אי די לבנה אי די זון, זאָלען זיך געפינען אויף איין ליניע אַנטקעגען דער ערד. דאָס איז אַ גאַנץ איינפאַכער מעכאַנישער געזעץ.

* * *

פאַר פּראַקטישע צוועקען איז עס, זעלבסטפערשטענדליך, זעהר נויטיג צו וויסען פאָראויס גאַנץ בעשטימט און גענוי, ווען אין א פּאָרט עס איז עבבע און ווען פלוט. דאָס אַנקומען און אָפּפאָהרען פון שיפען הענגט אָפּ דערפון, ווי אויך פיש־פאַנגעריי. דאָס ווערט דאַרום פערצייכענט אויף טאַבעלען.

דער אונטערשיעד צווישען „האַי טאַיד" (עבבע) און „לאָו טאַיד" (פלוט) דערגרייכט ניט זעלטען אין פּאָרטען ביז 30 און 40 פוס. עס זיינען פאַראַן ערטער, וואָס זיינען בעריהמט מיט זייערע הויכע „טאַידס". אַזעלכע ערטער זיינען מייסטענס ביי די מיילער פון טייכען, דאָרטען וואו זיי גיסען זיך אריין אין ים. ביי די ברעגען, וואו דער טייך סענע גיסט זיך אריין אין ים (ניט ווייט פון דעם גרויסען פראַנצויזישען פּאָרט האַוור), קומען פאָר „טאַידס", וועלכע ציהען צו טוריסטען און נייגעריגע פון פערשיעדענע לענדער. עס ברויזט דאָרטען און עס קאָכט, ווי אין אַ קעסעל, ווען די עבבע הויבט אָן צו שפּאַרען אין דיזען טייך. מען רופט דיזע מערקווירדיגע „טאַידס" מיט'ן נאָ־מען „מאַסקאַרע".

ביז די אַטלאַנטישע ברעגען פון קענעדע איז פאַראַן אַן אָרט,

גענאַנט „בעי אָוו פונדי“ (דאָס איז אַ ים־בוזים וואָס טהיילט אָב די פּראָווינצען ניו־בראַנסוויק און נאָווע סקאָשע), וואו די „טאַידס“ דערגרייכען ביז 70 פוס אין דער הויך.

עס איז זעהר וויכטיג נאָכצופאָלגען דעם מאַרש פון עבבע און פלוט אין פערשיעדענע טהיילען פון ערד־קוגעל און אין פערשיעדענע פּאָרטען ביי די ברעגען פון דעם זעלבען ים, ניט נור פאַר אַזעלכע פּראַקטישע צוועקען ווי ים־פאָהרעריי און פיש־פאַנגעריי, זאָנדערן אויך פאַר וויסענשאַפטליכע צוועקען. דיזע שטענדיגע בעוועגונגען פעראורזאַכען גרויסע ענדערונגען ביי די ברעגען דורך די שטענדיגע רייבונגען. אין פערלויף פון יאָהרען און וועהרען אַפּילו די האַרטעסטע שטיינער אָבגעריבען דורך די קראַפט פון די וועלען. אין מאַנכע ערטער, וואו די „טאַידס“ זיינען בעזאָנדערס גרויס און קרעפטיג, בעמערקט מען מאַנכע ענדערונגען ביי די ברעגען אַפּילו אין פערלויף פון עטליכע יאָהר. דורך אויסמעסטונגען פון די ענדערונגען און אָברייבונגען פון פעלזען ביי די ברעגען פון ים קען מען אויך פיעלעס דערגעהן וועגען די פערגאַנגענהייט פון דעם ערד־קוגעל, אַ פערגאַנגענהייט פון טויזענדע און זאָגאַר מיליאָנען יאָהרען צוריק.

* * *

אָבער מיר וועלען עס דאָ לאָזען אָן אַ זייט, ווייל דאָס האָט אייגענטליך ניט צו טאָן מיט אַסטראָנאָמיע, נור מיט דער געשיכטע פון דער ערד גופא, און מיר וועלען זיך אָבשטעלען בלויז אויף דער ענדערונג דורך עבבע און פלוט, וועלכע רופט ארויס אַ **שטענדיגע פערלענגערונג פון טאָג.**

אום דאָס צו פערשטעהן, דאַרף מען נעהמען אין בעטראַכט, אַז די „טאַידס“ צושפּרייטען זיך פון **מזרח צו מערב, פערקעהרט** ווי די בעוועגונג פון דער ערד אַרום איהר אַקס, און דאָס מוז ווירקען ווי אַ טאָרמאָז (אויף ענגליש — „ברעיק“, אויף דייטש — „ברעמזע“) אויף אַ ראָד. רייבענדיג זיך אַליין אָן דעם באָדען פון דער ערד אין אַ **גענגענגעזעצטער** ריכטונג צו דער טאָג־טעגליכער בעוועגונג פון דער ערד, פעראורזאַכען די וועלען פון ים אַ געוויסע פערהאַלטונג אָדער **פערשפּעטיגונג**, און דער רעזולטאַט דערפון איז, וואָס עס מוז נעהמען אַלץ **מעהר צייט**, ביז די ערד דערלאַנגט זיך אַ דרעה אַרום איהר אַקס.

נאַטירליך, דער דאָזיגער אָבהאַלט איז אַ זעהר לאַנגזאַמער. מען קען עס קוים בעמערקען אַפילו אין פערלויף פון אַ יאָהרהונדערט, אָבער אין דעם תהום פון דער עוויגקייט איז אַ יאָהרהונדערט ניט מעהר ווי אַ רגע. דאָך מוז די דאָזיגע פערשפּעטיגונג מיט דער צייט זיך אַרויסווייזען אַזוי, אַז מען זאָל זי קענען אויסמעסטען דורך אַ פערלענגערטען טאָג. פון טויזענדלעך סעקונדען קלייבען זיך צוזאַמען סעקונדען, פון סעקונדען — מינוטען, א. ז. וו., אין פערלויף פון יאָהר טויזענדע.

איינגע מאַטעמאַטיקער האָבען פּרובירט אויסרעכענען אויף דעם גרונד פון געוויסע בעאָבאַכטונגען און מעסטונגען פון דער דאָזיגער פערשפּעטיגונג פון דער ערד'ס בעוועגונג אַרום זיך זעלבסט,— און דאַס מיינט מיט אַנדערע ווערטער אַ פּערלענגערונג פון טאָג — ווי פיעל יאָהרען עס דאַרפען פּאַריבערגעהן ביז אַ מעת־לעת וועט רויערען מעהר פון 24 שטונדען. נאָך די רעכנונגען פון פּראָפעסאָר דאַרווין (אַ זוהן פון דעם בעריהמטען נאַטור־פאָרשער) קומט אויס, אַז מיט 54 מיליאָן יאָהר צוריק איז דער ערד'ס בעוועגונג געווען 8 מאָל שנעלער ווי היינט. דאַמאָלס האָט זיך עס די לבנה אָבגעריסען פון דער ערד און האָט אַלע 3 שטונדען געמאַכט אַ רייזע אַרום דער ערד. ער האָט ווייטער אויסגערעכענט, אַז אין 150 מיליאָן יאָהרען אַרום וועלען די טעג זיין 70 מאָל לענגער ווי היינט. דאָס מיינט, אַז אין פערלויף פון אַ יאָהר וועלען דאַן זיין בלויז 5 און אַ פערטעל טעג.

מילא, ווי עס וועט זיין מיט די טעג אין 150 מיליאָן יאָהר אַרום, דאָס קימערט אונז דאָך היינט גאַנץ ווענינ. יעדענפאַלס איז עס אַזוי זיכער טאַקע ווי דער טאָג, אַז דורך עבבע און פלוט ווערען אונזערע טעג אַלץ לענגער (אָבער לײדער ניט אונזערע יאָהרען).

אָט אַזוי ווירקט עס די לבנה אויף דער ערד דורך איהר צוציהונגס־קראַפט. היינט ווי דאַרף שוין ווירקען אויף דער לבנה די ערד מיט אַן 81 מאָל שטאַרקערע צוציהונגס־קראַפט?

נור אין אַזעלכע ווייטע ספּעקולאַציעס קענען מיר זיך ניט אַריינלאָזען.

קאַפּיטעל 38.

מיינונגען און אבערגלויבענס וועגען דעם איינפלוס פון דער לבנה.

אויב די לבנה האָט נאָך אנדערע וויכטיגע ווירקונגען אויף דער ערד, איז עס עד היום ניט פעסטגעשטעלט געוואָרען אין דער נאַטור־וויסענשאַפט. פון די עלטעסטע צייטען אָן איז פערשפּרייט געוואָרען דער גלויבען, אַז זי רופט ארויס גאָר גרויסע ענדערונגען אין דער לופט, אין דער טעמפּעראַטור און אויך אין דער וועלט פון חיות און פלאַנ־צען. געוויסע אבערגלויבענס וועגען דעם איינפלוס פון דער לבנה אויף פלאַנצען, למשל וועגען א זאַ־גענאַנטער „הארוועסט מון" (שניט־צייט לבנה), עקזיסטירען צווישען אקערבויער אין ציוויליזירטע לענ־דער, דארונטער אויך צווישען די פאַרמערס אין יונייטעד סטייטס.

אויך האָט מען פון די עלטעסטע צייטען אָן געגלויבט, אַז גע־וויסע גייסטיגע קראַנקהייטען שטאַמען דירעקט פון דער לבנה, אָדער ווערען ערגער און געפעהרליכער דורך איהר שיין. דערפון קומט עס דאָך, וואָס אַ משוגע'נעם רופט מען אויך לונאַטיק („לונאַ" איז דער נאָמען פון דער געטין פון דער לבנה און פון מאָנאַטען ביי די אַלטע רוי־מער). גרינדליכע פאָרשונגען פון געלעהרטע פסיכיאַטרען און מע־דיקער בכלל האָבען אָבער בעוויזען, אַז די לבנה האָט גאָר ניט צו טהאָן מיט אונזערע משוגעת'ן.

וועגען די איינבילדונגען, וועלכע זיינען שטאַרק פערשפּרייט צווישען אַקערבויער אין פערבינדונג מיט די פאַזען פון דער לבנה אין געוויסע צייטען פון יאָהר, דערצעהלט פלאַמאַריאָן פאָלגענדע זעהר קוריעזע מעשה אין זיין פּאָפּולערער אסטראָנאָמיע:

„בשעת דער פראַנצויזישער קעניג לואי דער 18טער האָט אויפ־גענומען אַ דעפּוטאַציע פון אַסטראָנאָמען, וועלכע האָבען איהם דער־לאַנגט אַן עקזעמפּלאַר פון זייערען אַ לוח, האָט ער זיי געבעטען, אַז זיי זאָלען איהם ערקלערען, וואָס דאָס איז אַזוינס די לבנה, וועלכע איז געקרוינט געוואָרען פון די פּויערים מיט'ן נאָמען „ליון רוס" (רויטליכע

לבנה), און ווארום האָט זי עפּעס אַן איינפלוס אויף דעם וואוקס פון פלאַנצען".

די אַסטראָנאָמען, צווישען וועלכע עס האָט זיך אויך געפונען דער גרויסער לאַפּלאַס, דער פּערפאסער פון דער „הימלישער מע־כאַניקע", וועלכער האָט אזוי פיעל געבראָכען זיין געניאַלען קאָפּ איבער די בעוועגונג פון דער לבנה, האָבען זיך איבערגעקוקט פערוואונדערט. זיי האָבען גאָר ניט געוואוסט פון אזאַ לבנה, און לאַפּלאַס, וועלכער האָט אַמאָל, אויף נאַפּאָלעאָן'ס אַ פראַגע, ווארום אין זיין „הימלישער מעכאַניקע" ווערט אַפילו ניט דערמאָנט דער נאָמען „גאָט", געענטפערט, אַז אין זיינע אַסטראָנאָמישע רעכנונגען און טהעאָריעס קען ער זיך בעגעהן אָן דער השערה וועגען אַ גאָט — האָט זיך אזוי אָבגערופען:

„מאַיעסטעט, אין אַסטראָנאָמישע טהעאָריעס פערנעהמט די ליון רום קיין שום פּלאַץ ניט; מיר קענען דארום גאָר ניט בעפרידיגען איי־ער קוריאָזיטעט".

דער קעניג האָט זיך נאכהער זעהר לוסטיג געמאַכט, וואָס ער האָט געבראַכט אין פערלעגענהייט „זיינע" אַסטראָנאָמען. ווען לאַפּ־לאַס האָט זיך דערוואוסט דערפון, איז ער אוועק צו זיין פריינד אַראַגאָ, וועלכער איז אויך געווען אַ גרויסער אַסטראָנאָם און געניאַלער מענש, און האָט איהם געפרעגט, אויב ער ווייס עפּעס וועגען דער רויטליכער לבנה. אָבער אַראַגאָ האָט ניט געקענט געבען עפּעס אַן ערקלערונג וועגען דעם, ביז ער האָט נאכגעפרעגט די גערטנער אין דעם פּאַריזער באָטאַנישען גאָרטען.

דאַן האָבען זיך עס דיזע גרויסע אַסטראָנאָמען דערוואוסט, אַז לויט די ערפאַהרונגען פון גערטנער און אַקערבויער בכלל, האָבען גראָדע די לבנה־שטראַהלען אין פריהלינג, ספּעציעל אין אַפּריל, אַ שלעכטע וויר־קונג אויף די פערפלאַנצונגען בשעת זיי פאַנגען אָן צו שפּראָצען. עס האָט זיך אַרויסגעצייגט, אַז אין די נעכט פון אַפּריל און אויך פון מאַי, ווען דער הימעל איז פערוואָלקענט, וואַקסען די יונגע פלאַנצען בעסער, איידער אין די נעכט, ווען מען זעהט דעם שיין פון דער לבנה. אונטער די שטראַהלען פון דער לבנה הויבען דאַן אָן די שפּראָצונגען צו ווערען רויטליך (דערפון קומט עס דער נאָמען „רויטליכע לבנה"), אַזוי ווי זיי וואָלטען פרירען, וועהרענד די טעמפּעראַטור אַרום איז עטליכע גראַד העכער פאַר דעם פריר־פונקט פון וואַסער.

אזעלכע פּראַקטישע ערפאַהרונגען פון גערטנער האָבען געפיהרט צו דער מיינונג, אַז די שטראַהלען פון דער לבנה האָבען עפּעס אַ כעמישע ווירקונג אויף פלאַנצען, אָדער פעראורזאַכען עפּעס אַן ענדערונג אין דער טעמפּעראַטור אויף דער ערד. אָבער ווי פיעל עקספּערימענטען געלעהרטע האָבען ניט געמאַכט, אום צו בעשטימען אַזעלכע ווירקונגען, האָבען זיי עס ניט געקענט דערווייזען. פאַר אַזעלכע עקספּערימענטען האָבען די געלעהרטע געברויכט געוויסע שפּיעגלען, אום צוזאַמענצוקלייבען די שטראַהלען פון דער לבנה אין איין פונקט (אין אַ „פאָקוס“, ווי מען זאָגט עס אויפ'ן וויסענשאַפטליכען לשון), און זעהר דעליקאַטע אינוסטרומענטען צו מעסטען די טעמפּעראַטור; אָבער עס האָט זיך ארויסגעצייגט, אַז די וואַרימקייט פון די לבנה־שטראַהלען, בשעת זיי דערגרייכען צו אונז, איז בלויז 12־מיליאָנטעלעך פון אַ גראַד. וואָס אַנבעלאַנגט דעם שיין פון דיזע שטראַהלען, איז ער וועניגסטענס 300 טויזענד מאָל (נאָך די מעסטונגען פון אייניגע בעוואוסטע פיזיקער און אַסטראָנאָמען זאָגאַר 800 טויזענד מאָל) שוואַכער פאַר דעם שיין פון די זונען־שטראַהלען.

עס פערשטעהט זיך דאַרום, אַז די לבנה־שטראַהלען קענען ניט האָבען עפּעס אַ בעשטימטע ווירקונג אויף דער טעמפּעראַטור פון דער ערד און אויף דעם וואוקס פון פלאַנצען.

די ערפאַהרונגען פון גערטנער וועגען די זאָ־גענאַנטע „רויטליכע לבנה“ זיינען אָבער אויך גוט בעגרינדעט. דיזע ערפאַהרונגען זיינען בעשטעטיגט געוואָרען דורך עקספּערימענטען; אָבער דערביי האָט זיך אַרויסגעצייגט, אַז דאָס האָט אייגענטליך ניט צו טאָן דירעקט מיט דעם שיין פון דער לבנה, נור מיר דער קלאָרהייט און טעמפּעראַטור פון דער אַרומיגער לופט. געלעהרטע פיזיקער האָבען בעוויזען, אַז זאַכען קענען ווערען ביי נאַכט קעלטער, איידער די לופט אַרום זיי. למשל, ווען מען זאָל האַלטען שטיקלאַך וואַטע ביי נאַכט אונטער דעם פרייען און ניט פערוואָלקענטען הימעל, ווען מען אויסגעפינען, אַז זייער טעמפּעראַטור איז אַרום 6, 7 און זאָגאַר 8 גראַד קיהלער פאַר דער אַרומיגער לופט.

אַזוי קומט עס אויך פאָר מיט פלאַנצען אין געוויסע פריהלינג־נעכט. דער טערמאָמעטער אין דער לופטען צייגט נאָך ניט, וואָס פאַר אַ טעמפּעראַטור עס האָבען די פלאַנצען אין אַ גאָרטען אָדער אויפ'ן

פעלד. דער אונטערשיעד צווישען דיזע טעמפעראטורען איז ניט בעמערקבאר אדער פערשווינדעט אין גאנצען גראדע ווען דער הימעל איז פערוואלקענט.

נון, אין די נעכט פון אפריל און אויך פון מאי פאסירט עס גאנץ אפט אין לענדער מיט א מעסיגען קלימאט, אז די טעמפעראטור פון דער לופט איז בלויז עטליכע גראד איבער דעם פריר־פונקט פון וואסער, און דאן קומט עס פאר, אז די ארויסגעשפראצטע פלאנצען פאנגען אן צו פרירען, ווען דער הימעל איז קלאר און מען זעהט די שיינענדע לבנה. ניט וויסענדיג וועגען אזעלכע ווירקונגען פון דער אטמאספערע אויף פלאנצען און בעמערקענדיג, אז פרירונגען פון יונגע פלאנצען קומען פאר מייסטענס אין קלארע אפריל נעכט, האבען די אקערבויער עס צוגעשריבען צו די שטראהלען פון דער לבנה.

* * *

אויף דער לבנה גופא מוזען פארקומען זעהר גרויסע ענדערונגען אין דער טעמפעראטור צוליעב דעם אליין, וואס יעדער טהייל איהרער האט ארום 15 מעת־לעת כסדר טאג און נאכהער ארום 15 מעת־לעת כסדר נאכט. אזוי ווי עס נעהמט איהר, ווי מיר ווייסען עס שוין, אונגעפעהר 29½ מעת־לעת צו מאכען א קרייז ארום זיך זעלבסט, איז עס דאך זעלבסטפערשטענדליך, אז א העלפט פון דיזע צייט מוז אויף יעדען ארט זיין ליכטיג אדער פינסטער. שטעלט זיך פאר, אז אנשטאט ארומצודרעהען זיך אין 24 שטונדען, וואלט אונזער ערד זיך געדרעהט אזוי לאנג ווי די לבנה, דאן וואלטען מיר געהאט אונגעפעהר 2 וואכען נאכאנאנד טאג און 2 וואכען נאכט.

אונטער אזעלכע אומשטענדען וואלט מען זיך אין איין ארט געפרעגעלט אין די זונען־שטראהלען 15 מעת־לעת, וועהרענד אין אן אנדער ארט וואלט מען אין דער זעלבער צייט טאקע פערפרארען געווארען פון קעלט. און אזוי איז עס אויף דער לבנה. לארד ראס און אנדערע געלעהרטע האבען פרובירט אויסגעפינען דעם טעמפעראטור־אונטערשיעד צווישען די בעלויכטענע און פינסטערע העלפטען פון דער לבנה, און זיי זיינען געקומען צום שלוס, אז וועהרענד אין דעם ארט, וואו די זונען־שטראהלען פאלען דירעקט, איז עס נאך הייסער ווי קאכעדיגע וואסער, דערגרייכט די קעלט אויף דעם ארט פונקט אנטקעגען (אויף דער ניט־בעלויכטענער העלפט) פון 200 ביז 300 גראד. ביי אזא טעמ־

פּעראַטור וואָלט אַלעם אָבגעשטאָרבען אויף דער ערד, און צוליעב דעם אַליין בלייבט אָנצונעהמען, אַז די עקזיסטענץ פון אירגענד וועלכען אָר־גאַניזם איז דאָרטען אונמעגליך. אָבער דיזע גוואַלדיגע אונטערשיעדען אין דער טעמפּעראַטור אויף דער לבנה יעדען מאָנאַט לאָזען זיך גאָר ניט בעמערקען אויף דער ערד.

* * *

צווישען אַקערבויער און בעזאָנדערס צווישען מאַטראָסען איז פערשפּרייט די מיינונג, אַז די שטראַהלען פון דער לבנה י אָ ג ע ן פ א נ א נ ד ע ר ו ו אָ ל ק ע נ ס. אייניגע אַסטראָנאָמען, צווישען זיי אַזאַ גרויסער ווי סער דזשאָהן ה ע ר ש ע ל, ה אָ ב ע ן בעשטעטיגט דיזע מיינונג אויף דעם גרונד פון זייערע בעאָבאַכטונגען. אָבער ריכטיגע בעווייזע דאַפיר האָט מען ניט.

אַז די שטראַהלען פון דער לבנה האָבען אַ געוויסע כ ע מ י ש ע ווירקונג, דאָס איז אונבעשטרייטבאַר בעוויזען געוואָרען דורך פ אָ־ ט אָ ג ר אַ פ י ש ע פּראָבעס.

וואָס אָנבעלאַנגט די ווייט פערשפּרייטע מיינונגען זייט די על־טעסטע צייטען, אַז די לבנה האָט עפּעס אַן איינפלוס אויף רעגענס און בכלל אויפ'ן וועטער, ווערען זיי פערוואָרפען פון נאַטור־פאָרשער הויפּטזעכליך אויף דעם גרונד, וואָס אַפילו בשעת די לבנה צייגט אונז איהר גאַנצע העלפט, שיקט זי אונז בלויז איין־אַכציג־טויזענדעל פון דער היץ פון דער זון.

עס קען אָבער זיין, אַז די לבנה זאָל ארויסרופען געוויסע ענדערונ־גען אין וועטער דורך די ווירקונגען פון איהר צ ו צ י ה ו נ ג ס־ ק ר אַ פ ט א ו י ף ד ע ר ל ו פ ט. לויט דער טהעאָריע קומט ארויס, אַז אויך אין דער אַטמאָספערע זאָלען פאָרקומען עבבע און פלוט: מיר בעוועגען זיך דאָך אייגענטליך אין אַ ל ו פ ט־י ם אַזוי ווי פיש אין וואַסער, און די אַטראַקציאָן פון דער לבנה מוז, נאַטירליך, ווירקען אויף דיזען ים און אַרויסרופען געוויסע אויפהויבונגען און אַרונטערלאָזונגען אין איהם. אָבער אויסמעסטען דיזע בעוועגונגען, דיזע לופט־וועלען, איז עס נאָך אַליץ ניט געלונגען, אַפילו ווען מען האָט געברויכט דערצו די דעליקאַטעסטע און עמפּפינדליכסטע באַראָ־מעטערס (אַזעלכע אינסטרומענטען צו מעסטען דעם דרוק פון דער לופט).

מען האָט אויך געוויסע גרינדע אָנצונעהמען, אז דער לבנה׳ס צו־ציהונגס־קראַפט האָט אַ געוויסע ווירקונג אויף ע ר ד צ י ט ע ר־נ ע ס ע ן דורך דעם, וואָס זי רופט אַרויס עבבע און פלוט אין די צושמאָלצענע און פליסיגע מאַסען אונטער דער פערהאַרטעוועטער הייטעל פון דער ערד, אין איהרע טיעפעניסען. אָבער דירעקטע בעווייזע דאַפיר, נעמליך: דורך עקספערימענטען, האָט מען נאָך ניט געפונען.

דער אַלגעמיינער שלוס פון נאַטור־פאָרשער איז דאַרום, אַז די לבנה ווירקט גאַנץ וועניג אויף דער ערד אויסער דורך איהר צוצי־הונגס־קראַפט, ווי זי צייגט זיך אַרויס אין עבבע און פלוט.

לאָמיר זיך אויך געזעגענען מיט אונזער בלאַסער בעגלייטער׳ן און לאָמיר אין די נעקסטע קאַפיטעל נעהנטער בעטראַכטען אונזער אָב־סערוואַטאָריע גופא, אונזער מוטער ערד, פון וועלכער מיר קענען זיך אָברייסען נור מיט אונזער פארשטעלונגס־קראפט.

די ערד

קאפיטעל 39.

דער ערד קוגעל און די גריכישע אַסטראָנאָמיע.

מיר זיינען יעצט צו ענדע כ״ש אונזערע, זאָ צו זאָגען, הימלישע רייזען. מיר האָבען זיך בעקענט מיט די פיקסע שטערן, מיט די קאָמעטען, מיט די וואַנדערענדע שטערן, ווי אויך מיט דער זון און מיט דער לבנה — אַלע הימלישע קערפּערס, וועלכע מיר קענען בעאָבאַכטען אויך מיט נאַקעטע אויגען.

וואָס איז אָבער מיט אונזער ערד, מיט אונזער אָבסערוואַטאָריע? וואָס קענען מיר דערגעהן וועגען איהר אליין, וועגען איהר פּאָזיציע אין דעם וועלט־רוים, וועגען איהר שייכות מיט דער הימעל־וועלט?

מיר זעהען דאָך אַלע בלויז אַ גאַנץ קליינעם טהייל פון איהר אָבערפלעך. ווי פיעל מיר זאָלען ניט אַרומרייזען איבער דער ערד, געפינען מיר זיך דאָך אין יעדען מאָמענט אַזוי ווי אין דעם מיטעל־פּונקט פון אַ האַלבער ספערע, פון אַ האַלבען קוגעל, אָט ווי מיר זעהען דעם הימלישען געוועלב מיט אונזערע אויגען. דאָס איז וואָס מען רופט האָריזאָנט (ענגליש אויסגעשפּראָכען: האָ־רייזאָן; אויף העברעאיש: אופן המפריש). אונטען אויף דעם באָדען ציהען זיך פערשיעדענע לאַנדשאַפטען, ווען מיר שפּרייזען: פעלדער, וועלדער, בערג, טהאָלען, טייכען, א. ז. וו., און אויבען שוועבט אַלץ דער הימלישער געוועלב.

ווי פערשיעדען אָבער די לאַנדשאַפטען זאָלען ניט זיין, ווי איבער־געשניטען דער באָדען זאָל ניט זיין מיט בערג און טהאָלען, דאַכט זיך

אונז אַלץ, אַז די ערד איז פ ל אַ ך. דאָס גיט אונז יעדענפאַלס ניט א בעגריף וועגען איהר אמת'ע גרויס און נאָך וועניגער וועגען איהר אמת'ע פ אָ ר ם. נור א י נ ד י ר ע ק ט, דורך געוויסע בעאָבאַכ־טונגען, דורך געוויסע ערשיינונגען און פערבינדונגען מיט הימלישע קערפּערס, קענען מיר דערגעהן, אַז די ערד איז ק י י ל ע כ ד י ג, אָבער ניט פלאַך.

אין אונזערע צייטען קען עס יעדער איינער אויסגעפינען ד י־ ר ע ק ט, ווען ער זאָל מאַכען אַ רייזע א ר ו ם דער ערד. אָבער אַמאָל, אין די גרוי־אַלטע צייטען, אפילו אין דער גריכיש־רוימישער וועלט, האָבען צו אַזאַ שלום געקענט קומען נור גרויסע קאָפּ־מענשען, וועלכע זיינען אויך געווען ערפאַהרענע שטערן־זעהער. נאָכשפּירענ־דיג בלויז, ווי די זון, די לבנה, די פּלאַנעטען און די פיקסע שטערן גע־ העןן אויף און געהען אונטער יעדען מעת־לעת אין פערשיעדענע ערטער; ווי ניט איבעראַל ווערט עס טאָג אָדער נאַכט אין דעם זעלבען מאָ־ מענט (מיר ווייסען דאָך היינט אַלע, אַז בשעת אין אַמעריקא איז טאָג, איז אין דער אַלטער וועלט גאָר נאַכט) האָבען די פּערצייטיגע שטערן־זעהער געמוזט שליסליך איינזעהן, אַז דאָס איז נור מעגליך אין דעם פאַל, ווען די ערד גופא איז אַ קיילעכדיגער קערפּער.

יעדענפאַלס, געפינען מיר שוין אין פּטאָלעמעאוס'עס „אַלמאַגעסט“ פעסטגעשטעלט די לעהרע וועגען אַן ערד־קוגעל. די געוועהנליכע בע־ ווייזע אין געאָגראַפיעס, אַז די ערד איז קיילעכדיג, זיינען אייגענטליך ווידערהאָלונגען פון די בעווייזע, וועלכע זיינען איבערגעגעבען געוואָרען אין דיזען גרעסטען אַסטראָנאָמישען ווערק פון דער גריכיש־רוימישער וועלט. צום ביישפּיעל, אין „אַלמאַגעסט“ ווערט אָנגעוויזען, אַז דאָס וואָס מיר זעהען צוערשט בעלויכטען די שפּיצען פון בערג ביים זונען־ אויפגאַנג, אָדער צוערשט די מאַסטען פון שיפען און נאָכהער זייערע דעקען, קומט נור דערפון, וואָס די ערד איז ווי אַ קוגעל.

אין דיזען פּרט אונטערשיידעט זיך אייגענטליך גאָר ניט די פּטאָ־ לעמעאישע סיסטעם פון דער קאָפּערניקאַנישער, מיט וועלכער מיר האָ־ בען זיך שוין בעקענט אין דעם קאַפּיטעל 13 איבער די „וואַנדערענדע שטערן“ (בעטראַכט דאָרטען ווידער די צייכנונגען 19 און 20).ביידע נעהמען אָן, אַז די ערד איז קיילעכדיג, נור זייער הויפּט־אונטערשיעד איז, וואָס די ערשטע האָט אַוועקגעשטעלט די ע ר ד אין דעם צ ע נ־

ט ע ר פון דער גאַנצער וועלט (דאָרום הייסט זי אויך „געאָצענטרי־
שע“), און די צווייטע, אונזער היינטיגע וויסענשאַפטליכע, האָט
אַוועקגעשטעלט די ערד צווישען די פּלאַנעטען, וועלכע דרעהען זיך
אַרום דער ז ו ן אַ ל ס ז י י ע ר צ ע נ ט ע ר (דאָרום הייסט דיזע
סיסטעם אויך „העליאָצענטרישע“).

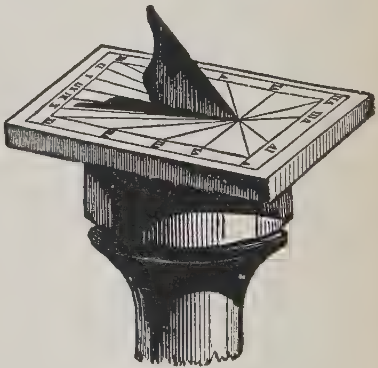
נור לאָזענדיג אָן אַ זייט זייער פונדאַמענטאַלען טעות וועגען די
פּאָזיציע פון דער ערד, האָבען די גריכישע אַסטראָנאָמען פון דעסט־
וועגען דערגרייכט אַזעלכע רעזולטאַטען, וועלכע מען וועט מוזען בע־
וואונדערען אין אַלע צייטען. ווי ווייט זייערע איינפאַכע אינסטרו־
מענטען האָבען געגעבען די מעגליכקייט צו בעשטימען די בעוועגונ־
גען פון די הימלישע קערפּערס, ווי אויך א ו י ס צ ו מ ע ס ט ע ן ד י
ע ר ד א י ן ד ע ר ל ע נ ג א ו ן א י ן ד ע ר ב ר י י ט, האָבען
זיי עס אויסגעפונען און אויך אויסגערעכענט. ווען מען בלעטערט
די געשיכטע פון דער אַסטראָנאָמיע, ווערט מען בעזאָנדערס נתפּעל,
וואָס פאַר גרויסע גאונים עס זיינען ארויס פון אַלט־גריכענלאַנד. אזעלכע
אַסטראָנאָמען און מאַטעמאַטיקער, ווי פּ י ט ה אַ ג אָ ר אַ ס פון סאַ־
מאָס (געלעבט אין 6טען יאָהרהונדערט פאַר דער קריסטליכער צייט־
רעכנונג), י ו ד אָ ק ו ס פון קנידוס (געלעבט פון 408 ביז 355 פאַר
קריסטום), אַ ר י ס ט אַ ר כ ו ס פון סאַמאָס (געלעבט אין דריטען
יאָהרהונדערט פאַר קריסטום), ע ר אַ ט ה אָ ס ט ע נ ע ס (געלעבט
פון 276 ביז 196 פאַר קריסטום), אַ פּ אָ ל אָ נ י ו ס, ה י פּ אַ ר כ ו ס
און פּ ט אָ ל ע מ ע א ו ס קענען פערגליכען ווערען מיט די גרעסטע פון
אונזערע צייטען, ווי ק אָ פּ ע ר נ י ק ו ס, ק ע פּ ל ע ר, ג אַ ל י־
ל ע אָ, נ י ו ט אָ ן, ל אַ ג ר אַ נ ז ש, ל א פּ ל אַ ס, א. ז. וו.

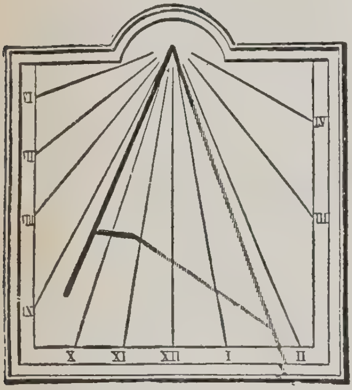
אַלע זייערע בעאָבאַכטונגען פלעגען די גריכישע אַסטראָנאָמען,
ווי אַלע אַנדערע, ביז טעלעסקאָפּען זיינען ערפונדען געוואָרען, מאַכען
מיט דער הילפע פון גאַנץ איינפאַכע אינסטרומענטען, הויפּטזעכליך
מיט אַ ג נ אָ מ אָ ן (פון אַ גריכישען ווארט, וואָס בעדייטעט: אָנ־
צייגער) אָדער זונען־זייגער און אַן אַ ס ט ר אָ ל אַ ב י ע (פון די
גריכישע ווערטער: אַסטראָ— שטערן, לאַמבאַנאָ — נעהמען).

יעדער איינער האָט וואַהרשיינליך געזעהען אַ זונען־זייגער, אָב־
וואָהל זיי ווערען אַלץ אַ גרעסערע זעלטענהייט אַפילו אויף די ווענט
אין קאַטוילישע קירכען. היינט איז אַזאַ זייגער נור אַ קוריאָזיטעט.

אַמאָל אָבער, אַפילו גאָר ניט לאַנג צוריק, ווען טאַשען־אוהרען און וואַנד־זייגערס זיינען געווען זעהר טהייער, פלעגט מען זיך איבעראַל בענוּצען מיט זונען־זייגערס.

עס פערשטעהט זיך, אַז אַזעלכע זייגערס האָבען געקענט דיענען נור בשעת די זון האָט געשיינט. אום צו קענען אויך וויסען די צייט ביי נאַכט און אין די טעג, ווען דער הימעל איז פערוואָלקענט, האָט מען נאָך אין גאַנץ אַלטע צייטען ערפונדען זאַמד־זייגערס און אויך וואַסער־זייגערס. שטונדען, מינוטען און אַפילו סעקונדען פלעגען געמאָסטען ווערען דורך די אויסגערונענע זאַמד אָדער וואַסער אין רעהרען מיט בע־שטימטע עפנונגען.


ציוכנונג 99.—אַ האָריזאָנטאַלער זונען־זייגער.



ציוכנונג 100.—אַ ווערטיקאַלער זונען־זייגער.

טאָמער האָט אַ לעזער ניט געזעהען אַ זונען־זייגער, זאָל ער בע־טראַכטען די בייליגענדע צייכנונגען. איינער (צייכנונג 99) איז אַ האָריזאָנטאַלער זונען־זייגער, דער אַנדערער (צייכנונג 100) איז אַ ווערטיקאַלער, געוועהנליך פערצייכענט אויף אַ וואַנט, אויף וועלכער עס פאַלען דעם גאַנצען טאָג די שטראַהלען פון דער זון. מיט דער לענג פון דעם שאָטען, וואָס דער גנאָמאָן אָדער אָנצייגער וואַרפט פון זיך, קען מען בעשטימען, ווי הויך די זון איז אויפ'ן הימעל און פאָלגליך אויך מעסטען די צייט.

עס פערשטעהט זיך, אז עס האט גענומען יאהרען און יאהרען, ביז מען איז דערגאנגען, ווי אזוי צו שאפען אזא זייגער. מען האט גע־מוזט מאכען א סך פראבעס ביים פערצייכענען די ליניעס פאר די שטונדען, ווי מיר זעהען עס, למשל, אויף די צייכנונגען 99 און 100. עס פאדערט זיך ערפאהרונג און קונסט צוזאמענצושטעלען א ריכטיגען זונען־זייגער.

יעדענפאלס האבען אזעלכע זייגערס געדיענט ניט נור צו מאר־קירען די צייט פון א זונען־טאג, זאנדערן אויך צו בעשטימען די קירצעסטע און לענגסטע טעג פון יאהר, וואס מען רופט מיט דעם לאטייניש װארט „סאלסטים“ (בעדייטעט: אב־שטעלונג פון דער זון). אויף העברעאיש הייסט עס: עגול העמדת השמש.

מען דארף ניט זיין אן אסטראנאם צו וויסען, אז די טעג זיי־נען די לענגסטע, ווען די זון דערגרייכט איהר העכסטע פאזיציע אויפ'ן הימעל, און פערקעהרט, אז די טעג זיינען די קירצעסטע, ווען די זון דערגרייכט איהר ניעדריגסטע פאזיציע אויפ'ן הימעל. מען דארף אויך ניט זיין אן אסטראנאם צו וויסען, אז דער שאטען פון א זאך, פון א שטאנג למשל, ווערט אלץ קירצער, וואס מעהר די זון הויבט זיך אויפ'ן הימעל, און אלץ לענגער, וואס מעהר זי לאזט זיך ארונטער צום הא־ריזאנט. דערויף איז בעגרינדעט די גאנצע קונסט פון א זונען־זייגער.

נון, אז די לענגסטע טעג זיינען אין מיטען זומער און די קירצעסטע אין מיטען ווינטער — דאס וויסען גאנץ גוט אפילו די ווילדעסטע מענשען. די גריכען זיינען אבער געווען די ערשטע צווישען די קול־טער־פעלקער אויסצורעכענען בעשטימט די סאל־סטיסעס דורך די הויכקייט פון דער זון אויפ'ן הימעל. די טריגאנא־מעטריע, וועלכע זייערע גרויסע מאטעמאטיקער האבען ערפונדען און ענטוויקעלט, האט זיי געגעבען די מעגליכקייט צו בעשטימען דיזע הויכקייט דורך א פערגלייך צווישען די לענג פון דעם שאטען און די הויך פון דעם אנצייגער אדער וויזער אויף דעם זונען־זייגער.

און ווען עס איז זיי געלונגען אויסצורעכענען טריגאנאמעטריש, אדער מיט אנדערע ווערטער, אויף דעם גרונד פון דער ווינקעל־

מ אַ ס, ווי דאָס איז ערקלערט אין דער ביילאַגע א, דעם לענגסטען און דעם קירצעסטען טאָג פון אַ יאָהר דורך די פּאָזיציעס פון דער זון אויפ'ן הימלישען געוועלב, נעמליך: דעם זומער־סאָלטים (העברעאיש: עגול העמדת השמש הקייצי) און דעם ווינטער־סאָלסטים (העברעאיש: עגול העמדת השמש החרפי; אויף דעם אידישען ווייבערשען לשון הייסט עס פּשוט „קורץ פרייטאָג"), איז שוין לייכט געווען אויסצו־רעכענען אזוי גענוי, ווי דאָס איז נויטיג פאר אַ געוועהנליכען לוח, די לענג פון אַ יאָהר, ווי אויך ווען עס דארפען אויסקומען די צ ו ו י י מעת־לעת'ן אין יאָהר, ווען טאָג און נאכט זיינען ג ל י י ך. דיזע טעג ווערען גערופען מיט'ן לאַטיינישען וואָרט ע ק ו ו י נ אָ ק ס, וואָס עס מיינט: גלייכע נעכט. אויף העברעאיש רופט מען זיי: קו משוה היום. מיר וועלען זיי דאָ רופען, ווי אויף דייטש: ג ל י יכ ט אָ ג (אויף רוסיש: ראַוונאָדענסטוויע).

עס פערשטעהט זיך, אַז צווישען דעם ווינטער־סאָלסטים ביז דעם זומער־סאָלסטים, ווען די נעכט ווערען אַלץ קירצער און די טעג אַלץ לענגער, מוז דאָך זיין אַזאַ מ י ט ע ל ס ט ע ר מעת־לעת, ווען עס איז פּונקט 12 שטונדען טאָג און 12 שטונדען נאַכט. אָט דער דאָזיגער מעת־לעת ווערט אין דער אַסטראָנאָמיע גערופען „ווערנאַל עקווינאָקס", וואָס עס מיינט: דער פריהלינגס־גלייכטאָג.

ווייטער, נאָכדעם ווי די זון דערגרייכט איהר העכסטען פּונקט אויפ'ן הימעל אין מיטען זומער, פאַנגט זי דאָך אָן אַרונטערצולאָזען זיך, און די טעג ווערען אַלץ קירצער און די נעכט אַלץ לענגער, ביז זי קומט צו איהר ניעדריגסטען פּונקט אויפ'ן הימעל אין מיטען ווינטער. צווישען דעם זומער־סאָלטים און דעם ווינטער־סאָלטים מוז דאָך, אַלזאָ, ווידער זיין אַזאַ מ י ט ע ל ס ט ע ר מעת־לעת, ווען עס איז פּונקט 12 שטונדען טאָג און 12 שטונדען נאַכט. דאָס איז דער „אָטומנאַל עקווינאָקס", דער הערבסט־גלייכטאָג.

אָט אויף אַזאַ אופן האָבען די גריכישע אַסטראָנאָמען אויסגערע־כענט, מעסטענדיג די ש אָ ט ע נ ס פון דעם גנאָמאָן, די זאָ צו זאָגען פיער ווענדע־פּונקטען פון יאָהר, די צוויי סאָלסטיסעס און צוויי גלייכ־טעג, אָדער מיט אנדערע ווערטער, די אָנפאַנגען פון די פיער יאָהרעס־צייטען. לויט דעם אידישען לוח זיינען עס: תקופת תשרי, תקופת טבת, תקופ׳ת נסין און תקופת תמוז.

מיר וועלען שפּעטער זעהען, ווי אַזוי די זעלבע אַסטראָנאָמען האָ־בען געמאַכט אַנדערע העכסט־וויכטיגע אויסרעכנונגען מיט די זעלבע איינפאַכע מעסטונגס־אינסטרומענטען, און יעצט ווען מיר זיך אָב־שטעלען נעהענטער אויף די ערשיינונגען, וועלכע זיינען פערבונדען מיט דער טעגליכער בעוועגונג פון דער ערד.

קאַפּיטעל 40.

די טעגליכע בעוועגונג פון דער ערד.

די ערד מאַכט דורך אויף איהר אייביגע רייזע ארום דער זון וועניגסטענס אַ צעהנדליג פערשיעדענאַרטיגע בעוועגונ־גען, ווי ווייט אַסטראָנאָמען האָבען עס געקענט דערשפּירען מיט דער הילפע פון זייערע וואונדערליך־פּינקטליכע מעסטונגס־אינסטרומענטען. די וויכטיגסטע פון דיזע בעוועגונגען זיינען די צוויי, וועלכע ווארפען זיך יעדען איינעם אין די אויגען און וועגען וועלכע עס איז אונז שוין אויסגעקומען צו ריידען אין פריהערע קאַפּיטלעך. דער לעזער פער־שטעהט געוויס אַליין, אַז מיר מיינען דאָ די טעגליכע און יעהרליכע בעוועגונגען פון דער ערד.

מיר ווייסען היינט, אַז די ערשיינונגען, וועלכע מיר רופען טאָג און נאַכט, קומען דערפון, וואס די ערד מאַכט אַ בעוועגונג ארום זיך אַליין אין אַ בעשטימטע צייט, וואָס זי „דרעהט זיך אַרום איהר אַקס", ווי מען זאָגט עס געוועהנליך. די דאָזיגע צייט וועט זיך, זעלבסטפערשטענדליך, אַ רגע ניט ענדערען, ווען מיר זלאָען אָננעה־מען, ווי דאָס איז אָנגענומען געווען ביז קאָפּערניקוס'עס צייטען, אַז די זון דרעהט זיך עס טאָקע אַרום דער ערד, אָט אַזוי ווי דאָס דוכט זיך אונז אויף וועלכען פונקט פון אונזער פּלאַנעט מיר זאָלען זיך ניט געפינען. אין דעם וועלט־רוים איז ניטאָ קיין נאַכט, קיין טאָג און קיין יאָהר, נור אייביגע בעוועגונגען לויט בעשטימטע נאַטור־געזעצע. ווען אונזער ערד־קוגעל וואָלט זיך געדרעהט אַרום אַ דונקעלען קערפּער, וואָלט אויף איהם געווען אייביגע נאַכט.

אוים געוואָהנהייט ריידען מיר אַלץ פון זונען־אויפגאַנג, זונען־אונטערגאַנג און בכלל פון ב ע וו ע ג ו נ ג ע ן פון דער זון אויפ'ן הימעל, אָבוואָהל מיר ווייסען, אַז דאָס זיינען בלויז ש י י נ ב א ר ע בעוועגונגען. אַזוי וועלען מיך אויך דאָ טאָן. פאַר די פּ ר א ק ט י־ ש ע רעזולטאַטען פון דיזע בעוועגונגען מאַכט עס דאָך קיין אונטערשיעד ניט, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פאָריגע קאַפּיטלען.

נון, די צייט, וואָס עס נעהמט פון איין זונען־אויפגאַנג אָדער זונען־אונטערגאַנג ביז אַן אַנדערען, האָט מען שוין מיט יאָהר טויזענדער צוריק צוטהיילט אין 24 חלקים, און אַזוי בלייבט עס עד היום. דיזע צייט איז אַ מ ע ת ־ ל ע ת. געוועהנליך מעסט מען היינט דיזע צייט פון מיטאָג צו מיטאָג, אָדער אַסטראָנאָמיש גערעדט, פון דעם מאָמענט, ווען די זון געפינט זיך אויף דעם מ ע ר י ד י א ן (דאָס מיינט: מיטאָגס־ליניע; העברעאיש: קו הצהרים).

אַ מערידיאַן איז אַ קרייז־ליניע, וועלכע מען שטעלט זיך פאָר אין די געדאַנקען אַזוי ווי זי וואָלט איבערגעשניטען דעם הימלישען געוועלב אָדער די הימלישע ספערע אויף העלפט, ציהענדיג זיך דורך ד ר י י בעשטימטע פונקטען, נעמליך פון נאָרד־פּאָל איבער דעם ז ע נ י ט (דער פונקט גלייך איבער אונזער קאָפּ) ביז צום זיד־פּאָל. ווען אירגענד וועלכער הימלישער קערפער קרייצט איבער דעם דאָזיגען צירקעל, זאָגט מען, אַז ער „געפינט זיך אויפ'ן מערידיאַן". לאָמיר געדענקען דיזען אויסדרוק.

יעדער אָרט אויף דער ערד האָט זיך זיין בעשטימטען מערידיאַן. מען דאַרף גאָר ניט זיין קיין אַסטראָנאָם דאָס צו פערשטעהן. עס איז דאָך גאַנץ איינפאַך: אַזוי ווי מיטאָגס־צייט איז ניט גלייך, לאָמיר זאָגען, אין ניו יאָרק און אין שיקאַגאָ, ווי דאָס ווייס מען פון ערפאַהרונג, קען שוין דאַרום ניט זיין די זעלבע מיטאָגס־ליניע איןביידע ערטער. ווען, למשל, עס איז מיטאָג אין פּאַריז, איז גאָר 3 אוהר 41 מינוט פאַר טאָג אין סאַן־פראַנציסקאָ און 6 אוהר 55 מינוט מאָרגענס אין ניו יאָרק.

אום, אַלזאָ, די זון וועלכע געפינט זיך אויפ'ן מערידיאַן אין פּאַריז בשעת אין ניו יאָרק איז ערשט 5 מינוט צו זיעבען אַ זייגער אין דער פריה, זאָל אַריבערשפּרייזען דעם מערידיאַן אין ניו יאָרק, דאַרף זי נאָך מאַכען אַ רייזע איבער'ן הימעל אין פערלויף פון 5 שטונדען

און 5 מינוט. און ווען אין ניו יאָרק אין מיטאָגס־צייט, איז שוין אין פּאַריז 5 מינוט נאָך פינף אַ זייגער פּ אַ ר נ אַ כ ט. אין פערגלייך מיט פּאַריז פ ע ר ש פּ ע ט י ג ט זיך ניו יאָרק אויף 5 שטונדען און 5 מינוט.

ווען איהר וואָלט געקענט אַריבערפליהען פון ניו יאָרק נאָך פּאַריז אין אַ רגע, וואָלט איהר עס אויסגעפונען, וואָרפענדיג אַ בליק אויף אַ זייגער נאָך דער ניו יאָרקער צייט און אויף אַ זייגער נאָך דער פּאַריזער צייט. נור אַנשטאָט אַזוי צו פליהען, קענט איהר עס אויס־געפינען ווען איהר זאָלט אָנפרעגען אין ניו יאָרק דורכ'ן ט ע ל ע ג ר אַ ף, ווי פיעל עס איז דער זייגער אין פּאַריז.

מיט דער הילפע פון טעלעגראַף קען מען אַזוי אויסגעפינען די אונטערשיעדען אין צייט צווישען אירגענד וועלכע פונקטען אַרום דעם גאַנצען ערד־קוגעל; אָבער אַסטראָנאָמען קענען עס אויס־רעכענען אפילו אויף אַ טהייל פון אַ סעקונדע זיצענדיג אין זייערע קאַבינעטען. די רעזולטאַטען פון אַזעלכע רעכנונגען ווערן פערציי־כענט אויף בעזונדערע טאַבעלען, וועלכע האָבען אַ אונגעהייערע וויכ־טיגע בעדייטונג אין פּראַקטישען לעבען, ספּעציעל אין ים־פאָהרעריי.

ווען מען זאָל זיך טראַגען מיט דער שנעלקייט פון אַ טעלעגראַף אונטער איין מערידיאַן פון נאָרד־פּאָל צום זיד־פּאָל, אָדער פערקעהרט, וועט מען אויף יעדען אָרט אַלץ האָבען מיטאָגס־צייט אין ד ע ם ז ע ל ב ע ן מ אָ מ ע נ ט. אָט בשעת עס איז 12 אוהר, לאָמיר זאָגען, אין ניו יאָרק, וועט עס אַזוי אויך זיין אין יעדען אָרט, עס מאַכט ניט אויס ווי ווייט צום נאָרד אָדער צום זיד פון ניו יאָרק, אַבי אַלץ אונטער דער ז ע ל ב ע ר ק ר יי ז־ל י נ י ע אויפ׳ן הימעל אָדער מערידיאַן. דאָס איז זעלבסטפערשטענדליך: אין דעם מאָמענט, ווען די זון קרייצט איבער אַ מערידיאַן, מוז עס דאָך זיין ג ל י י כ צ י י ט י ג פ אַ ר אַ ל ע ע ר ט ע ר גראָדע אונטער איהם.

אָבער רעכטס אָדער לינקס פון דעם מערידיאַן אין אַ בעשטימטען אָרט, לאָמיר זאָגען צו מזרח אָדער צו מערב פון אַ געוויסען פּ ו נ ק ט אין ניו יאָרק אָדער פון דער אָבסערוואַטאָריע אין וואַשינגטאָן, וועט שוין ניט אויסקומען מיטאָג ג ל י י כ צ י י ט י ג, אין דער זעלבער רגע, נור פריהער אָדער שפּעטער, אין פּ ר אָ פּ אָ ר צ י ע צו דער

ע ר ו ו י י ט ע ר ו נ ג פון אזא פ ו נ ק ט , אַט ווי דאָס איז אויבען ערקלערט געוואָרען דורך דעם ביישפּיעל וועגען דעם אונטערשיעד אין צייט צווישען פּאַריז און ניו יאָרק.

מיר האָבען אונטערגעשטריכען דעם וואָרט „פּונקט“, ווייל אין אַזעלכע גרויסע שטעדט, ווי ניו יאָרק, וואָס ציהען זיך מיילען־לאַנג אין דער ריכטונג פון מזרח צו מערב, איז עס ניט מיטאָג אין דער זעלבער צייט אין יעדען טהייל, אָדער אַנדערס גערעדט, ניט איבעראַל איז דער זעלבער מערידיאַן. אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע בע־מערקט פלאַמאַריאָן, אַז עס נעהמט 37 סעקונדען ביז די זון וואַנדערט אַריבער פּאַריז מיטאַגס־צייט. נאָך גרעסער איז דער דאָזיגער אונטער־שיעד אין צייט צווישען די מזרח׳דיגע און מערב׳דיגע עקען פון לאָנ־דאָן, פון ניו יאָרק און פון אַנדערע שטעדט, וועלכע פערנעהמען אַ גרעסערען שטח פאַר פּאַריז.

* * *

אָבער אַפּילו אין איין און דעם זעלבען פּונקט פון דער ערד אויף דעם זעלבען מערידיאַן, איז אַ מעת־לעת ניט שטענדיג פּונקט 24 שטונדען. דאָס געפינט מען אויס דורך גענויע בעאָבאַכטונגען. די זון קומט ניט אַלע טאָג אין דעם זעלבען מאָמענט אויפ׳ן זעלבען מע־רידיאַן, נור אַמאָל אַביסעל פריהער, אַן אַנדערס מאָל אַביסעל שפּעטער. דער אונטערשיעד איז בלויז אין סעקונדען און טהיילען פון אַ סעקונדע, אָבער פאַר אַסטראָנאָמישע רעכנונגען איז דאָס זעהר וויכטיג.

אָט ווען מען בעאָבאַכטעט אירגענד וועלכען פיקסען שטערן בשעת ער קרייצט איבער דעם מערידיאַן אין אירגענד וועלכען אָרט, געפינט מען, אַז דאָס פּאַסירט מיט אַן אַ ב ס אָ ל ו ט ע ר פּ י נ ק ט־ל י כ ק י י ט . טאָג־איין טאָג־אויס קומט אַ שטערן אויפ׳ן זעלבען מערידיאַן אין דער זעלבער צייט, נעמליך: יעדע 86,164 סעקונדען, וואָס דאָס איז 23 שטונדען 56 מינוט און 4 סעקונדען. קיין מאָל דויערט עס ניט מיט אַ סעקונדע מעהר אָדער ווענינער. אויף וועלכען פּונקט פון דער ערד מיר זאָלען זיך ניט שטעלען מיט אַ גוט־רעגולירטען זייגער אין דער האַנד און נאָכשפּירען, ווען אירגענד וועלכער פון די פיקסע שטערן עס קומט נאָך אַמאָל אויף דער זעלבער פּאָזיציע, ווע־לען מיר אַלץ אויסגעפינען, אַז דאָס געשעהט מיט 3 מינוט און 56 סעקונדען ו ו ע נ י ג ע ר פון 24 שטונדען.

פאַר וואָס איז דאָס אזוי ? פאַר וואָס זאָל זיך די גאַנצע שטערן־וועלט דרעהען אַרום דער ערד אין אַ ק י ר צ ע ר ן פּעריאָד, איידער די זון ? פון וואַנען קען זיך עס נעהמען אזאַ אונטערשיעד ? דע־רויף איז פאַראַן נור איין ערקלעהרונג, וועלכע ווערט טאַקע געגעבען אין דער אַסטראָנאָמיע, און דאָס איז, אַז דער פּעריאָד פון דער ערד'ס בעוועגונג אַרום זיך זעלבסט איז אזוי, ווי דאָס צייגען אָן די פיקסע שטערן.

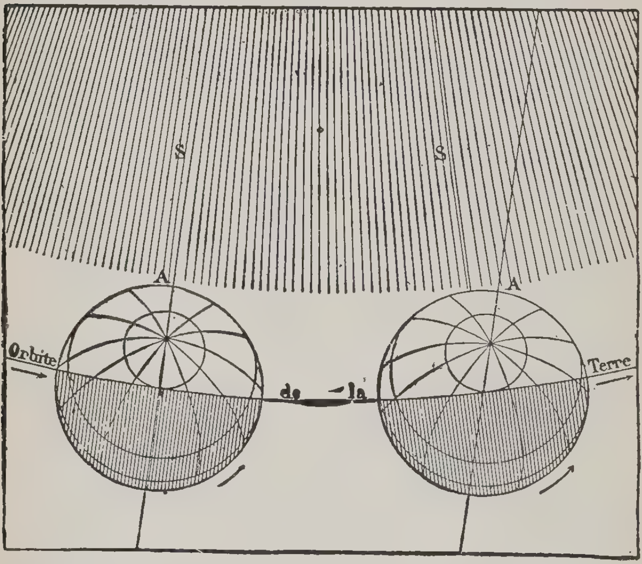
אַ פיקסער שטערן האָט קיין שום שייכות ניט מיט די בעוועגונגען פון דער ערד און אויך ניט מיט די בעוועגונגען פון דער גאַנצער זונען־סיסטעם. זיין ש י י נ ב אַ ר ע בעוועגונג אויף דעם הימלישען געוועלב מוז דאַרום קאָרעספּאָנדירען אויף דער רגע צו דער בעוועגונג פון דער ערד אַרום איהר אַקס.

וואָס אָנבעלאַנגט אָבער די זון, איז עס שוין אַנדערש. דאָ מוז מען נעהמען אין בעטראַכט, אַז וועהרענד די ערד דרעהט זיך אַרום איהר אַקס, בעוועגט זי זיך אויך אַרום דער זון אויף אַ בעשטימטער אָרביט. ביז אירגענד וועלכער פּונקט פון דער ערד קומט ווידער אונ־טער דער זון אויף דעם זעלבען מערידיאַן מוז עס נאָך דויערען אַ גע־וויסע צייט, ווי די צייכנונג 101 ערקלערט עס.

לאָמיר אָננעהמען, אַז מיר געפינען זיך היינט פּונקט 12 ביי טאָג אויף דעם אָרט A (צו דער לינקער האַנד אויף דער צייכנונג). די זון איז פאָרגעשטעלט דורך שטראַהלען און פערצייכענט מיט'ן בוכ־שטאַב S. די ערד איז פאָרגעשטעלט אונגעפעהר ווי אַ גלאָבוס, און איהר אָרביט איז אָנגעמערקט דורך אַ טהייל פון אַ קרייז־ליניע. די ריכטונגען פון דער ערד'ס בעוועגונגען אַרום זיך און אויף איהר אָרביט זיינען אָנגעמערקט דורך ווייזערס. די פראַנצויזיישע ווערטער „אָרביט דע לאַ טערר“ בעדייטען פשוט : די אָרביט פון דער ערד.

נון, דער אָרט A, וואו די זון שיינט היינט אויף דעם מערי־דיאַן וועט טראַנספּאָרטירט ווערען אָט אזוי, ווי דאָס איז מאַרקירט אויף דער צייכנונג צו דער רעכטער האַנד, נאָכדעם ווי די ערד וועט זיך אַ דרעה טאָן אַרום זיך זעלבסט. אָבער די זון גופא בלייבט דאָך אַלץ אויף איהר אָרט, און ר ע ס פּ ע ק ט י ו ו צו דער זון, נאָכדעם ווי די ערד מאַכט דורך אַ געוויסען טהייל פון איהר אָרביט, געפינט

זיך דער אָרט A עטוואָס צו ר ע כ ט ס פון דעם בעטרעפענדען מערידיאַן; אָדער מיט אַנדערע ווערטער: די זון שיינט אַביסעל צו דער ל י נ ק ע ר זייט פון דעם אָרט A. און אום דער דאָזיגער אָרט זאָל צוקומען ד י ר ע ק ט אונטער דעם מערידיאַן, איז נאָך נויטיג, אַז די ערד זאָל זיך דערלאַנגען אַביסעלע אַ דרעה צו דער ל י נ ק ע ר זייט, און דאָס דויערט עס יעדעס מאָל אונגעפעהר 4 מינוט.



ציכנונג 101.—דער אונטערשיעד אין צייט צווישען אַ זונען־טאָג און אַ שטערן־טאָג.

אַט ווארום אַ זונען־טאָג איז ל ע נ ג ע ר פאַר אַ זאָ־צו־זאָגען שטערן־טאָג, אָדער פאַר דער צייט וואָס עס נעהמט די ערד אַ דרעה צו טהאָן זיך אַרום זיך זעלבסט. דער פעריאָד פון דער ערד'ס בעוועגונג אַרום איהר אַקס ווערט אין דער אַסטראָנאָמיע גערופען דער ס י ד ע ר א ל ע ר, וואָס עס מיינט: שטערנדיגער.

מיר האָבען דאָ אַן עהנליכען פאַל מיר דער שוין אונז בעקאַנטער ס י ד ע ר אַ ל ע ר אָדער אייגענטליכער בעוועגונג פון דער לבנה און מיט איהר ס י נ אָ ד י ש ע ר בעוועגונג, אָדער רעספּעקטיוו צו דער ערד (זעה קאַפּיטעל 35 איבער די בעוועגונגען און פאַזען פון דער לבנה און פערגלייכט די צייכנונג 101 מיט דער צייכנונג 88).

אין פערלויף פון דער צייט, וואָס די ערד מאַכט איהרע אַ רייזע אַרום דער זון, דאָס הייסט אין פערלויף פון אַ יאָהר, קומען אַזוי אויס 366 מיט אַ פערטעל סידעראַלע טעג, מיט א י י נ ע ם מ ע ה ר פאַר די זונען־טעג.

די שנעלקייט פון דער ערד'ס בעוועגונג אַרום דער זון איז ניט שטענדיג די זעלבע. דורכשניטליך איז די דאָזיגע שנעלקייט 106,000 קילאָמעטער פער שטונדע אָדער 29 קילאָמעטער פער סעקונדע. ווי ווייט די זון איז פון דער ערד, דאָס ווייסען מיר דאָך שוין פון די קאַפּיטלעך 29 און 30, און ווען מען בעשטימט עס, איז שוין לייכט אויסצורעכענען די אָרביט פון דער ערד און די שנעלקייט פון דער ערד'ס רייזע פער טאָג, פער שטונדע אָדער פער סעקונדע.

אַזוי ווי די אָרביט פון דער ערד איז אַן ע ל י פּ ס און ניט אַ צירקעל, ווי מיר ווייסען עס שוין פון פאָריגע קאַפּיטלעך און ווי דאָס וועט ערקלערט ווערען שפּעטער אויף דעם גרונד פון גראַוויטאַ־ציאָנס־געזעצע, זאָ דאָס אין געוויסע צייטען פון יאָהר איז די ערד נ ע ה ע נ ט ע ר צו דער זון, ווי אין אַנדערע צייטען (דעם 1טען יאַנואַר איז די ערד מיט איבער 6 מיליאָן קילאָמעטער נעהענטער צו דער זון ווי דעם 1טען יולי), דאַרום מוז איהר רייזע אין פערלויף פון אַ זונען־טאָג אויך זיין שנעלער אָדער לאַנגזאַמער פּראָפּאָר־ציאָנעל צו דער ווייטקייט. בשעת עס איז אויף אונזער נאָרדליכער העלפט פון דער ערד ווינטער, קומט עס אויס, אַז די ערד איז נ ע־ה ע נ ט ע ר צו דער זון, ווי אין זומער־צייט, און דאָס מאַכט, אַז די ערד טראָגט זיך דאַן ש נ ע ל ע ר, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, אַז אונזערע ווינטערדיגע מעת־לעת'ן זיינען קירצערע פאַר די זו־מערדיגע.

בקיצור, צווישען צוויי מיטאָגס איז די צייט ניט אַלע מאָל גראַדע 24 שטונדען. אָבער אַזוי ווי עס איז גאָר ניט בעקוועם און אויך ניט פּראַקטיש צו רעגולירען יעדען מעת־לעת די זייגערס לויט

נאך אזעלכע ענדערונגען, וועלכע זיינען יעדענפאלס גאנץ קליינע פאר געוועהנליכע טאג־טעגליכע צוועקען, דארום איז עס איינגע־פיהרט געווארען וואס מען רופט די „דורכשניטליכע צייט“.

מען רעגולירט נעמליך די זייגערס פאר געוועהנליכע צוועקען, לויט די זא־צו־זאגען ד ו ר כ ש נ י ט ל י כ ע ז ו ן. א גוט רע־גולירטער זייגער געהט ניט פונקט מיט דער זון. די אונטערשיעדען אין דער צייט, ווי דאס ווערט מארקירט אויף א זונען־זייגער, וועלכער מוז ז'אך נאטירליך געמאכט ווערען לויט די שיינבארע בעוועגונגען פון דער זון, און ווי דאס ווייזט א שטאדט־זייגער, א רעגולאטאר, זיינען אויסגערעכענט געווארען פון אסטראנאמען און פערצייכענט גע־ווארען אויף טאבעלען, וועלכע מען געפינט אויך אין אלמאנאכען, און ווען מען דארף אויסגלייכען די צייט פאר פראקטישע צוועקען, בענוצט מען זיך דערמיט.

אין וויטערע בעטראכטונגען איבער די אורזאכען פון אונגלייכע מעת־לעת'ן, ווי אויך אין טעכנישע איינצעלהייטען, ווי צו רעגולירען זייגערס און צו בעשטימען די „דורכשניטליכע צייט“, קענען מיר זיך דא ניט אריינלאזען, ווייל דאס פאדערט ספעציעלע קענטניסע. אסט־ראנאמען האבען אויסגערעכענט, אז עס זיינען פאראן בלויז 4 ט ע ג אין יאהר, ווען א זייגער, לויט די „דורכשניטליכע צייט“, שטימט אויף דער סעקונדע מיט א זונען־זייגער, און דיזע טעג זיינען נעמליך: דער 15טער אפריל, דער 15טער יוני, דער 31טער אויגוסט און דער 25טער דעצעמבער. דער גרעסטער אונטערשיעד אין צייט צווישען א זונען־זייגער און א רעגולאטאר איז דעם 11טען פעברואר, נעמליך: אין 14½ מינוט. מען קען אויך צוזאמענשטעלען אזעלכע זונען־זייגערס, וואס זאלען צייגען די „דורכשניטליכע צייט“, ווי א גע־וועהנליכער זייגער.

וואס אנבעלאנגט קאלענדערס, ווי אזוי זיי זיינען ענטשטאנען און ווי זיי ווערען צוזאמענגעשטעלט און אויסגערעכענט, וועט דער לעזער געפינען בעלעהרענדע און אינטערעסאנטע איינצעלהייטען אין דער ביילאגע ה.

קאַפּיטעל 41.

די יעהרליכע בעוועגונג פון דער ערד.

מיר ווייסען שוין פון פאָריגע קאַפּיטלעך, אז די יאָהרעס־צייטען זיינען פערבונדען מיט דער בעוועגונג פון דער ערד אַרום דער זון. יעצט בלייבט אונז צו ערקלערן, פאַר וואָס דאָס איז גראַדע אזוי און ניט אנדערס.

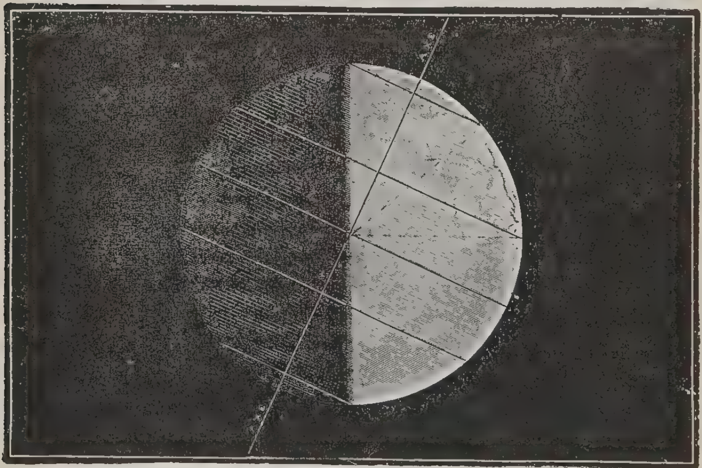
דאס וואס מיר האָבען אונגלייכע טעג און נעכט, אדער וואס מיר האבען פריהלינג, זומער, הערבסט און ווינטער, קומט איינענטליך ניט דערפון, וואס די ערד בעוועגט זיך, סיי ארום זיך אליין, סיי אַרום דער זון, זאנדערן דערפון, וואָס איהר אַקס איז ניט פּאַראַלעל צו דער אַקס פון דער זון, נור צוגעבויגען, אזוי ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 102.

ווען די אַקס פון דער ערד וואָלט געווען פּאַראַלעל צו דער אַקס פון דער זון, וואלטען מיר אויף אלע טהיילען פון ערד־קוגעל געהאַט איין סעזאָן און אויך גלייכע טעג און נעכט; און ווען די אינקלינאַציאָן (צוגעבויגענקייט) פון דער ערד'ס אַקס וואָלט געווען אַן אַנדערע, מיט עטליכע גראַד מעהר אדער וויינינגער, וואלטען מיר געהאַט אַנדערע יאהרעס־צייטען און אויך אַן אַנדער אונגלייכהייט צווישען טעג און נעכט.

מען דאַרף גאַר ניט זיין אַן אַסטראָנאָמם דאָס איינצוזעהען, מען דאַרף נור זיך אריינטראַכטען אין דעם ענין, אום איהם צו פערשטעהען. אָט לאָמיר אננעהמען אז די אַקס פון דער ערד איז ניט צוגעבויגען אזוי ווי פארגעשטעלט אויף דער צייכנונג 102, נור איז פּערפּענדיקולער, אָט אזוי ווי מיר זעהען די גרענעץ־ליניע צווישען די בעלויכטענע און דונקעלע העלפטען פון דעם ערד־קוגעל — וואס וואָלט דאַן געווען?

די דאזיגע גרענעץ־ליניע איז און מוז זיין פּאַראַלעל צו דער אַקס פון דער זון, ווייל נור די העלפט פון דעם ערד־קוגעל, וועלכע געפינט פונקט אַנטקעגען די זונען־שטראַהלען ווערט בעלויכטען; און ווען די ערד וואָלט זיך ווירקליך געדרעהט אַרום

דיזע ליניע וואלט טאקע אויף יעדען אָרט געווען **גלייך** ליכטיג און פינסטער, גלייכע טעג און גלייכע נעכט א גאנץ **יאָהר**, אַט אזוי ווי דאָס קומט פאר אין די געגענדען ביי דעם עקוואטאָר, וואו עס איז שטענדיג 12 שטונדען טאָג און 12 שטונדען נאַכט, ווי יעדער איינער האט עס געווים געהערט און ווי יעדער איינער קען זיך אין דעם איבער־ציינען, ווען ער זאל מאכען א רייזע נאָך הייסע לענדער.



ציינונג 102.—די צוגעבויגענקייט פון דער ערד'ס אַקס.

נור צוליעב די צוגעבויגענקייט פון דער ערד'ס אַקס קומט עס אויס אזוי, ווי עס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 102, נעמליך: אז די בעלויכטענע העלפט פון דעם ערדקוגעל איז **ניט אין גאנצען** די זעלבע, ווי די העלפט פון דעם ערדקוגעל צו דער רעכטער זייט פון דיזער אַקס. מיר זעהען אויבען א בעלויכטענען טהייל פון דער העלפט צו דער **לינקער** זייט פון דער אַקס און אונטען אַ דונקעלען טהייל פון דער העלפט צו דער **רעכטער** זייט פון דער אַקס. דיזעביידע טהיילען זיינען גלייך און מוזען זיין גלייך, ווייל

זייערע ווינקלען זיינען גלייך. אזוי איז עס על פי שכל און אזוי ווערט עס בעוויזען געאָמעטריש.

צווישען די ליניע, וועלכע שטעלט פאָר די אַקס פון דער ערד, און די ליניע, וועלכע מאַרקירט דעם גרענעץ צווישען די בעלויכטענע און דונקעלע העלפטען פון דעם ערד־קוגעל זעהען מיר אויף אונזער צייכנונג א בעשטימ׳טען ווינקעל. ווען מיר זאָלען איהם אָפּ־מעסטען, לויט ווי מען מעסט איבערהויפּט א ווינקעל (זעה די ביילאגע א איבער דער ווינקעל־מאָס), וועלען מיר געפינען, אַז ער פערנעהמט אונ־געפעהר 23 און א האַלב גראַד.

און אזוי איז טאַקע דער ווינקעל פון דער צוגע־בויגענקייט פון דער ערד׳ס אַקס, ווי דאָס האָבען שוין אויסגעפונען פּערציזיטיגע אסטראָנאָמען און ווי דאָס ווערט אויסגע־מאָסטען מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט מיט די בעסטע אסטראָנאָ־מישע אינסטרומענטען אין אונזער צייט.

אָט ווען מיר זאָלען זיך פאָרשטעלען, אַז די אַקסען פון דער זון און פון דער ערד זאָלען זיך ציהען אזוי לאַנג, ביז זיי וועלען זיך בעגעגע־נען און איבערהאַקען, ווי צוויי ליניעס אויף איין שטח, דאַן וועט דער ווינקעל צווישען זיי זיין 23½ גראַד (גענויער: 23 גראַד 27 מינוט). און ווען די צוגעבויגענקייט פון דער ערד׳ס אַקס צו דער זון׳ס אַקס וואָלט געווען אַן אַנדערע, אָדער אַנדערש געווען, ווען דער ווינקעל צווישען זיי וואָלט געווען מעהר אָדער ווייניגער פון 23½ גראַד, דאַן וואָלטען די יאָהרעס־צייטען, ווי אויך די לענג פון די טעג און נעכט, געווען אַנדערע, ווי די עקזיסטירענדע.

לאָמיר יעצט ווייטער בעטראַכטען די זעלבע צייכנונג 102. מיר זעהען אויף איהר 5 גלייכע ליניעס, וועלכע קרייצען איבער די אַקס פון דער ערד אונטער גלייכע ווינקלען, אָדער געאָמעטריש גערעדט, וועלכע זיינען פּערפּענדיקולער צו דער אַקס־ליניע. יעדע פון דיזע ליניעס שטעלט פאָר א בעשטימטען קרייז ארום דער ערד. די מיטעלסטע ליניע שטעלט פאָר דעם עקוואַטאָר (דאָס איז דער קרייז פון דעם ערד־קוגעל וואָס איז גלייך ווייט פון נאָרד־פּאָל ווי פון זיד־פּאָל).

די נעקסטע צוויי ליניעס פּאַראַלעל צום עקוואַטאָר שטעלען עס פאָר די קרייזען פון די טראָפּיקס. דאָס זיינען די קרייזען ארום

ספריה עממית

די וואַנדער־פּונקטען אין דער שיינבאַרער בעוועגונג פון דער זון אויפ׳ן הימעל, נעמליך: די זומער־סאָלסטיסעם (לענגסטע טעג) אויף די נאָרדליכע און זידליכע העלפטען פון ערד־קוגעל.

יעדער פון די טראָפּיק־קרייזען איז ערווייטערט 23½ גראד פון עקוואַטאָר, ווי אַסטראָנאָמען האָבען עס שוין אויסגעמאָסטען מיט אַ יאָהר 3000 צוריק. די געגענדען צווישען אָט דיזע צוויי קרייזען (און דאָס איז דער מיטעלסטער טהייל פון ערד־קוגעל) זיינען עס די הייסע אָדער בלשון געאָגראַפיע און אַסטראָנאָמיע, די טראָפּיקס.

צום נאָרד און צום זיד פון די טראָפּיקס (ארויף און אראָפּ אויף אונזער צייכנונג) ליעגען שוין לענדער מיט אַ מעסיגען קלימאַט, ביז די קרייזען אויף אַ בעשטימטער ווייטקייט פון די פּאָלען, נעמליך ביז די פּאָלאַר־קרייזען. דער נאָרדליכער פון דיזע קרייזען ווערט גערופען דער אַרקטישער, און דער זידליכער — דער אַנטאַרקטישער.

מיר וועלען דאָ זיך אָבשטעלען בלויז אויף דער העלפט פון דעם ערד־קוגעל צום נאָרד פון עקוואַטאָר (ארויף אויף אונזער צייכנונג), אום אויסצומיידען ווידערהאָלונגען, ווייל אלעס וואָס מיר האָבען צו זאָגען וועגען די נאָרדליכע העלפט, קען אויך געזאָגט ווערען וועגען די זידליכע העלפט פון דער ערד, נור בשעת אויף איין העלפט איז, למשל, זומער, איז אויף דער אַנדערער העלפט ווינטער, און פערקעהרט.

אַלזאָ, פון דעם עקוואַטאָר ביז צום נאָרד־פּאָל ווערען אזוי אבגעגרענעצט דריי פּאַסען אָדער גאַרטלען פון דער נאָרדליכער העלפט פון ערד־קוגעל. זייער אלגעמיינער געאָגראַפישער נאָמען איז: זאָנען (פון אַ גריכישען וואָרט, וואָס בעדייטעט: גאַרטעל). עס איז איבעריג צו זאָגען דעם לעזער, אַז אויף דער ערד גופא זיינען ניט מאַרקירט אַזעלכע קרייזען און אויך ניט אירגענד וועלכע אַנדערע, וועגען וועלכע עס רעדט זיך אין געאָגראַפישע און אַסטראָנאָמישע ווערק.

דאָס שטעלט מען זיך אַלץ פאָר אזוי אין די געדאַנקען. יעדענפאַלס איז עס פון גרויסער וויכטיגקייט פאַר ערד־מעסטונגען, ים־פאָהרעריי, צוזאָמענשטעלונג פון לאַנד־קאַרטען און פערשיעדענע פּראַקטישע צוועקען. אָבער די זאָנען אָדער גאַרטלען אויף דעם ערד־קוגעל, וועלכע ווערען אָבגעגרענעצט דורך די טראָפּישע און פּאָלאַרנע קרייזען, זיינען

ר א י ע ל ע און זיינען, ווי שוין געזאָגט, דער רעזולטאַט פון דער צוגעבויגענקייט פון דער ערד'ס אַקס.

עס עקזיסטירען דאָך אויף דער נאָרדליכער אַזוי ווי אויף דער זידליכער העלפט פון דער ערד אַזעלכע ד ר י י זאָנען אָדער גאַרטלען, ווי 1) דער ה י י ס ע ר אָדער טראָפּישער, צווישען דעם עקוואַטאָר־קרייז און דעם טראָפּיק־ קרייז, 2) דער מ ע ס י ג ע ר, צווישען דעם טראָפּיק־קרייז און דעם פּאָלאַר־קרייז, און 3) דער ק א ל ט ע ר אָדער ארקטישער, פון דעם פּאָלאַר־קרייז ביז צום פּאָל גופא. מען האָט אויסגערעכענט, אַז דער הייסער גאַרטעל (צווישען ביידע טראָפּיק־קרייזען) פערנעהמט 40־הונדערטלעך פון דער גאַנצער אָבערפלעך פון ערד־קוגעל, ביידע מעסיגע גאַרטלען (נאָרדליכער און זידליכער) — 52־הונדערטלעך, און ביידע קאַלטע גאַרטלען — די איבעריגע 8־הונדערטלעך. איבער אַ העלפט פון דער גאַנצער ערד איז אַלזאָ געבענשט מיט אַ מעסיגען קלימאַט.

דיזע פּאַסען ווערען גאַנץ בעשטימט פערצייכענט דורך דעם ש י י נ־ב א ר ע ן ו ו ע ג פ ו ן ד ע ר ז ו ן איבער'ן הימעל אין פערלויף פון אַ יאָהר. דער דאָזיגער וועג ווערט גערופען מיט'ן גריכישען וואָרט ע ק ל י פּ ט י ק. מען דאַרף גאָר ניט זיין קיין אַסטראָנאָם אויסצוגעפינען נאָך בעאָבאַכטונגען אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר, ווי אַזוי די זון געהט אויף, מאַרשירט איבער'ן הימעל און געהט אונטער, אַז איהר וועג ציהט זיך עפּעס א י ן ד ע ר ק ר י ם. עס וואַרפט זיך פּשוט אין די אויגען, אַז דער קרייז פון דער זון'ס רייזע איבער'ן הימלישען געוועלב שיידעט ניט אָפּ צוויי גלייכע העלפטען, איינע צום נאָרד און די אַנדערע צום זיד.

אין אונזערע לענדער מיט אַ מעסיגען קלימאַט (און דאָס מיינט אין מעסיגען גאַרטעל) מוזען מיר זיך דאָך אַלץ שטעלען מיט'ן פּ נ י ם צ ו ם ז י ד, אום צו זעהען דירעקט אנטקעגען אונז די זון. אויפ'ן ז ע נ י ט, דאָס הייסט: גלייך איבער'ן קאָפּ, קומט דאָך די זון קיינמאָל ניט אין אַזעלכע לענדער, אַפילו ניט אין די לענגסטע טעג פון זומער, ווען זי דערגרייכט איהר העכסטען פּונקט אויפ'ן הימעל. נור אין טראָפּישע לענדער קען מען זעהען די זון גלייך גלייך איבער'ן קאָפּ, און דאָס אַלץ עפטער, וואָס נעהענטער מען קומט צו צום עקוואַטאָר, וואו זי גלענצט אַ גאַנץ יאָהר אויפ'ן זעניט.

און ווען מיר זאָלן פּרובירן אויסמעסטן דעם טהייל פון דעם הימלישען קרייז, וואָס ציהט זיך פון נאָרד־פּאָל צום זיד־פּאָל דורך דעם זעניט (און דאָס איז דער מערידיאַן, ווי מיר ווייסען עס פון פאָריגען קאַפּיטעל), אויסמעסטען אַזוי ווי אַסט־ראָנאָמען האָבען עס געטאָן, נעמליך: דעם קרייז־טהייל פון דעם מע־רידיאַן צווישען די טראָפּיקס אָדער ווענדע־פּונקטען, ווען די זון דערגרייכט איהר העכסטען פּונקט אויפ'ן הימעל אין זומער (דאָן איז עס דער לענגסטער טאָג אָדער דער זומער־סאָלסטים) און איהר ניעדריגסטען פּונקט אויפ'ן הימעל (דאָן איז עס דער קירצעסטער טאָג אָדער דער ווינטער־סאָלסטים), וועלען מיר אויסגעפינען, אַז ער פער־נעהמט אונגעפעהר אַ פערטעל פון דעם האַלבען הימ־לישען קרייז איבער אונזער האָריזאָנט, אָדער אונגעפעהר אַן אַכטעל פון אַ גאַנצען קרייז אַרום דעם ערד־קוגעל. אפילו מיט דער הילפע פון אַזעלכע איינפאַכע אַסטראָליאַביעס, וועלכע די שטערן־זעהער פון בבל, מצרים, כינאַ, א. ז. וו., פלעגען געברויכען אין זייערע אַסט־ראָנאָמישע מעסטונגען, האָט מען שוין בעשטימט, אַז דער דאָזיגער טהייל פון אַ הימלישען קרייז איז צוויי מאָל 23½ גראַד, צוזאַמען אַלזאָ אַ פּאָס אָדער גאַרטעל פון 47 גראַד.

דיזער הימלישער פּאָס איז עס דער זאָדיאַק, דער אזור המזלות, דער גאַרטעל מיט די „12 הייזער פון דער זון", מיט די 12 שטערן־גרופּען, מיט וועלכע מיר האָבען זיך שוין בעקענט אין די ערשטע קאַפּיטלעך פון דיזען בוך.

נון, ווען מיר וועלען זיך פאָרשטעלען אַזאַ קרייז־ליניע איבער'ן הימעל, וואָס זאָל זיך ציהען אין דער קרים (באַלכסון) דורך דעם אזור המזלות פון איין טראָפּיק ביז צום אַנדערען, וועט עס זיין דער שיינ־באַרער וועג פון דער זון אין פערלויף פון אַ יאָהר אָדער, מיט איין וואָרט, די עקליפּטיק. און ווען מיר וועלען זיך ווייטער פאָר־שטעלען, אַז דער קרייז פון דעם עקוואַטאָר פון אונזער ערד־קוגעל וועט זיך אַליין אויסציהען און פערגרעסערען, ביז ער וועט דערגרייכען דעם הימעל דאָרטען, וואו די זון וואַנדערט צווישען די מזלות (און דאָס איז אייגענטליך דער וועג פון דער ערד אַרום דער זון, אָדער די אָר־ביט איהרע), וועט ער איבערהאַקען די עקליפּטיק אין

צ ו ו י י ע ן, איין העלפט איהרע צום נאָרד פון עקוואַטאָר און די אנדערע העלפט צום זיד פון עקוואַטאָר.

ביידע דיזע הימלישע קרייזען וועלען זיך איבערקרייצען אין צ ו ו י י פונקטען אַקוראַט ווי, לאָמיר זאָגען, צוויי רייפען, פון וועלכע איינער איז אריינגעשטעלט אין דעם אַנדערען א י ן ד ע ר ק ר י ם. עס מאכט ניט אויס, ווי פיעל גראַד עס פערנעהמט דער ווינקעל צווי־שען זיי. אין דער אסטראָנאָמיע ווערען דיזע צוויי הימלישע קרייץ־פונקטען גערופען מיט'ן לאַטיינישען וואָרט נ אָ ד ע ן, וואָס עס מיינט פשוט: קניפּלעך. אָט בשעת די ערד, דרעהענדיג זיך אַלץ ארום דער זון אויף איהר אָרביט, קרייצט איבער דעם הימלישען עקוואַ־טאָר, האָבען מיר עס די עקווינאָקסעס, ווייל דאַן איז יעדער אָרט אויף דער ערד, סיי אויף דער נאָרדליכער העלפט, סיי אויף דער זידליכער העלפט, בעלויכטען אַ ג ל י י כ ע צ י י ט פון דער זון. אויף דעם גאַנצען ערד־קוגעל איז עס דאַן 12 שטונדען טאָג און 12 שטונדען נאכט, ווי דאָס איז שוין בעשפּראָכען געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל.

אויף גלאָבוסען ווערען דיזע צוויי קרייזען, נעמליך: פון עקוואַ־טאָר און פון עקליפּטיק, אָדער וואָס עס איז דאָס זעלבע, פון דער ע ר ד'ס אָ ר ב י ט, געוועהנליך פערצייכענט מיט ברייטערע און שאַרפערע שטריכען, ווי די אַנדערע קרייז־ליניעס. ווער האָט עס ניט געזעהען אַ גלאָבוס? דאָס איז פשוט אַ קוגעל, וואָס רעפּרעזענטירט אונזער פּלאַנעט מיט איהרע יבשות און ים'ען אין דער נאַטירליכער פּראָפּאָרציע און אין אזעלכע רעספּעקטיווע פּאָזיציעס, ווי אויף איהר אָבערפלעך. דיזע פּאָזיציעס ווערען עס בעשטימט דורך די קרייז־ליניעס, זאָ צו זאָגען, אין דער ל ע נ ג און אין דער ב ר י י ט, נעמליך: דורך קרייזען איבער ביידע פּאָלען און דעם עקוואַטאָר, גע־נאַנט לענג־קרייזען אָדער מערידיאַנען, און דורך פּ אַ ר אַ ל ע ל־קרייזען צום עקוואַטאָר, גענאַנט ברייט־קרייזען אָדער פּאַראַלעלען, אָט ווי דאָס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 103.

עס פערשטעהט זיך, אַז אַזעלכע ליניעס הענגען ניט אָפּ פון דער גרויס פון אַ גלאָבוס אָדער פון אירגענד וועלכען קוגעל. די גאָמעט־רישע געזעצע וועגען דריי־עקען, קרייזען און ספּערען אָדער קוגלען זיינען אונאַבהעניג פון זייער פערנעהם. למשל, די ווינקלען פון איר־גענד וועלכען דרייעק זיינען קיין מאָל ניט מעהר אָדער ווייניגער פון

צ װ ײ י ג ל י י כ ע װינקלען, װאָס דאָס מײנט מיט אַנדערע װער־טער, אַלץ 180 גראַד; און יעדער קרײז צעהלט אַלץ 360 גראַד. מיר קענען דאַרום מעסטען אַזעלכע ריעזיגע קרײזען, װי די הימלישע, זאָ־גאַר אונענדליכע אין אונזערע געדאַנקען, גראַדע אַזױ װי מיר מעסטען אירגענד װעלכען קרײז, װאָס מיר פּערצײכענען מיט אַ צירקעל אױף אַ שטיקעל פּאַפּיער. װען אַ קרײז־ליניע װערט געדרעהט אַרום איהר דורכמעסער אָדער דיאַמעטער (העברעאיש: קוטר) — און אין אַזאַ פאַל רופט מען איהם שױן אַ ק ס—בע־קומט מען אַ ס פ ע ר ע (גלגל) אָדער קוגעל; און מען דאַרף גאָר ניט לערנען געאָמעטריע צו פערשטעהן, אַז װאָס אַנ־בעלאַנגט די װ י נ ק ע ל ־ מאָס אָדער די צוטהײלונג אין ג ר אַ ד ע ן דורך קרײז־ליניעס אין דער לענג און אין דער ברײט, מאַכט עס קײן אונטערשיעד ניט, װאָס די דיאַמעטערס זײנען לענגערע אָדער קירצערע. מען דאַרף עס אָבער שטענדיג האָבען אין זינען, װען מען רעדט װעגען דעם הימעל־געװעלבּ, װעגען דעם ערד־קוגעל אָדער װעגען די גלגלים פון אַנ־דערע פּלאַנעטען און הימלישע קערפּערס בכלל.

צײכנונג 103.—אַ גלאָבוס.

װען מיר זאָגען, למשל, „הימלישער נאָרד־פּאָל“ מײנט עס בלױז אַ פּ ו נ ק ט ערגעץ אױף דער ז ע ל ב ע ר ג ע ד אַ נ ק ע ן־ל י נ י ע, װאו עס געפינט זיך דער נאָרד־פּאָל פון דער ערד; און װען מיר זאָגען „הימלישער עקװאַטאָר“, מײנט עס בלױז אַ קרײז ערגעץ אױף דעם ז ע ל ב ע ן ש ט ח, אױף װעלכען עס געפינט זיך דער עקװאַטאָר פון דער ערד.

אין אַן אַנדער קאַפּיטעל װעט ערקלערט װערען װי אַזױ מען בע־שטימט גאַנץ גענױ יעדען פּונקט אױף דער ערד דורך מערידיאַנען און פּאַראַלעלען, נור דערװײלע לאָמיר זיך אומקעהרען צו אונזער צײכ־נונג 102, אױף ז. 377.

מיר האָבען דאָ פאָרגעשטעלט די ערד אין דער פּאָזיציע בשעת עס אין אָנפאַנג זומער אױף דער נאָרדליכער העלפט. מיר זעהען. װי

דער ג אַ נ צ ע ר אַרקטישער גאַרטעל באָדט זיך, זאָ צו זאָגען, אין זונען־שיין, זאָ דאָס עס איז דאָרטען גאָר קיין נאַכט ניטאָ. דאָס איז דער סעזאָן פון שטענדיגען טאָג אַרום דעם נאָרד־פּאָל, און ער דויערט אונגעפעהר אַ האַלב יאָהר. די זון גּ ע ה ט נ י ט א ו נ ט ע ר דאָרטען אין דיזען סעזאָן. ווער עס האָט נור אַמאָל געררייזט אין די פּאָ־לאַר־געגענדען, דער ווייס פון אייגענער ערפאַהרונג, אַז מען זעהט דאָרטען אויך די זון אין מ י ט ע ן נ אַ כ ט זומער־צייט און אַז מען זעהט גאָר ניט די זון אַפּילו אין מיטען טאָג ווינטער־צייט.

אָט בשעת עס איז אַלץ טאָג אַרום דעם נאָרד־פּאָל, איז עס אַלץ נאַכט אַרום דער זיד־פּאָל, ווי מאַרקירט אויף דער צייכנונג 102. דאָס זיינען געגענדען פון צ ו ו י י ס ע ז אָ נ ע ן.

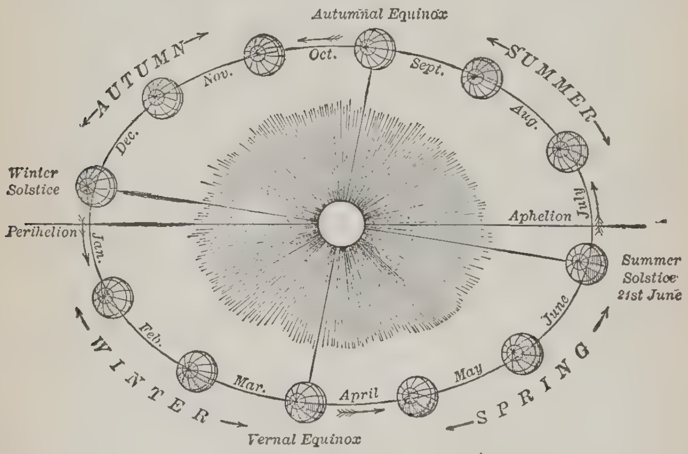
שטעלט אייך פאָר, אַז דער גאַנצער קרייז פון דיזער צייכנונג דרעהט זיך אַלץ אַרום זיין אַקס אַנטקעגען אַ שטראַהלענדען קערפּער אין אַ בעשטימטער צייט, לאָמיר זאָגען אין 24 שטונדען, וועלען דאָן די פּונקטען אויף דעם עקוואַטאָר אַלץ זיין גלייך בעלויכטען און גלייך דונקעל, ווייל די גרענעץ־ליניע צווישען די בעלויכטענע העלפט און די דונקעלע העלפט שניידט דאָך איבער דעם עקוואַטאָר אַקוראַט א ו י ף ה ע ל פ ט. דאַרום האָט מען עס אַלץ גלייכע טעג און גלייכע נעכט אויף די ערטער אַרום דעם עקוואַטאָר פון דער ערד.

אָבער וואָס ווייטער אַרויף צום נאָרד־פּאָל ווערען דאָך די פּאַראַ־לעלען איבערגעקרייצט אין אַלץ א ו נ ג ל י י כ ע ר ע טהיילען דורך די גרענעץ־ליניע צווישען שיין און שאָטען. אין דעם גאַרטעל צווישען דעם עקוואַטאָר און דעם טראָפּיק־קרייז איז דער אונטערשיעד צווישען דע בעלויכטענע און ניט בעלויכטענע טהיילען (און דאָס מיינט צווי־שען טאָג און נאַכט) אַ קלעינער. אָבער אין דעם גאַרטעל צווישען דעם טראָפּיק־קרייז און דעם פּאָלאַר־קרייז שטייגט דאָך אַלץ מעהר דער אונ־טערשיעד צווישען די בעלויכטענע און ניט בעלויכטענע טהיילען, וואָס נעהענטער צום פּאָלאַר־קרייז, וואו א ל ע ס ווערט בעלויכטען, וואָס עס מיינט, אַז עס איז דאָרטען בלויז טאָג (אַרום דעם זיד־פּאָל איז דאָן, פערקעהרט, אַלעס דונקעל אָדער בלויז נאַכט, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 102 אונטען).

ווער עס האָט זיך אַריינגעטראַכט אין דעם אויבענגעזאָגטען, דער נויטיגט זיך שוין ניט אין ווייטערע ערקלערונגען וועגען די אונגלייכע

טעג אין פערשיעדענע יאהרעס־צייטען. די צייכנונג 104 וועט עס יע־רענפאלס דייטליכער מאכען.

דא איז פארגעשטעלט די ערד אין פערשיעדענע פאזיציעס אין פערלויף פון איהר יעהרליכער רייזע ארום דער ערד. די קייל־עכדיגע לי־ניע אין דער פארמע פון אן עליפס בעצייכענט די א ר ב י ט פון דער ערד ארום דער שטראהלענדער זון. מען דארף דערביי האבען אין זי־נען, אז די דאזיגע צייכנונג איז ניט געמאכט געווארען אין פראפארציע צו די גרויסקייטען פון דער ארביט און פון דער זון. מען קען עס



צייכנונג 104.—12 פאזיציעס פון דער ערד אויף איהר יעהרליכער רייזע ארום דער זון.

אבער אנדערס ניט איבערגעבען אויף א שטיקעל פאפיער. אין דער ווירקליכקייט איז די ווייטקייט צווישען די ארביט און די זון אזוי גרויס, אז מען קען אויף איהר אויסלעגען 12 טויזענד אזעלכע קוגלען ווי די ערד און 110 אזעלכע קוגלען ווי די זון. ווען מען זאל צייכנען די ערד און די זון אין פראפארציע צו דיזער ארביט, וואלט מען געהאט צו מארקירען זיי בלויז אלס פינטעלעך. דער עיקר איז דא אבער צו פער־צייכנען די פאזיציעס פון דער ערד לויט די יאהרעס־צייטען, און דארום

ווערט עס די ערד פֿאַרגעשטעלט אַפּילו גרעסער פֿאַר דער זון און אויך אַלס אַ גלאָבוס מיט איינינגע פּאַראַלעלען און מערידיאַנען.

נון, לאָמיר נעהענטער בעטראַכטען דיזע אילוסטרירענדע צייכנונג פֿון די יאָהרעס־צייטען. יעדען מאָנאַט געפֿינט זיך די ערד אין אַן אַנדער פּאָזיציע רעספּעקטיוו צו דער זון, און אַלע איהרע טהיילען, מיט דער אויסנאַהמע פֿון עקוואַטאָר, ווערען דאַן מעהר אָדער וועניגער בעלויכטען און געוואָרעמט פֿון די זונען־שטראַהלען, ווי מיר ווייסען עס שוין; נור יעדען יאָהר קומען פֿאָר די זעלבע ענדערונגען, ווייל די בעוועגונגען פֿון דער ערד, ווי פֿון הימלישע קערפּערס איבערהויפּט, זיינען דאָך רעגעלמעסיגע אין בעשטימטע פּעריאָדען.

בשעת די ערד איז אין אַזאַ פּאָזיציע, ווי מאַרקירט אויף דער צייכנונג 104 צו דער לינקער האַנד, נעמליך אַרום ניי־יאָהר, געפֿינט זי זיך אַם נעהענטסטען צו דער זון, אָדער אַסטראָנאָמיש גערעדט, אין איהר פּעריהעליע, און בשעת זי איז אין דער פּאָזיציע געגענאיבער, מיט אונגעפֿעהר אַ האַלב יאָהר שפּעטער (אין יולי), געפֿינט זי זיך אַם ווייטעסטען פֿון דער זון, אָדער אין איהר אַפעליע. די ליניע צווישען דיזע צוויי פּונקטען פֿון דער ערד'ס אָרביט ווערט אין דער אַסטראָנאָמיע גערופֿען די ליניע פֿון אַפּסידען, אָדער די גרויסע אַקס פֿון דער אָרביט. די ליניע צווישען די צוויי פּונקטען פֿון דער אָרביט, וואו די ערד געפֿינט זיך אין זומער־סאָלסטיס (דעם 21טען יוני) און אין ווינטער־סאָלסטיס (דעם 21טען דעצעמבער), ווערט גערופֿען די ליניע פֿון סאָלסטיסעס. דיזע צוויי ליניעס פֿאַלען ניט צוזאַמען, נור בילדען צווישען זיך אַ בעשטימטען און גענוי אויסגערעכענטען ווינקעל, ווי אויף אונזער צייכנונג 104.

וואָס אַנבעלאַנגט די ליניע, וועלכע האַקט זיי ביידען איבער אין דעם צענטער פֿון דער זון, ציהענדיג זיך צווישען די פּונקטען, וואו די ערד געפֿינט זיך אין דעם גלייכטאָג פֿון פֿריהלינג (דעם 21טען מערץ) און אין דעם גלייכטאָג פֿון הערבסט (דעם 21טען סעפּטעמבער), ווערט זי גערופֿען די ליניע פֿון עקווינאָקסעס.

עס איז איבעריג צו בעמערקען, אַז דאָס זיינען אַלץ נעדאַנקען־ליניעס און אויך געדאַנקען־פּונקטען; אָבער פֿון

דער אַנדערער זייט איז עס דאָך זעלבסטפערשטענדליך, אַז די ערד אין איהר רייזע אַרום דער זון, מוז דורכוואַנדערען אַזעלכע פונקטען און אַריבערקרייצען אַזעלכע ליניעס. יעדענפאַלס זיינען דאָס אַלץ פונדאַמענטאַלע פונקטען אין אַסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען.

קאַפּיטעל 42.

„די פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס„ — די דריטע פון די עלף הויפּט-בעוועגונגען פון דער ערד.

די אַנדערע בעוועגונגען פון דער ערד וואַרפען זיך שוין ניט אין די אויגען, ווי די אויבען־בעשריבענע און ערקלערטע, וועלכע רופען עס אַרויס די ערשיינונגען פון טאָג און נאַכט און פון די פערשיעדענע יאָהרעס־צייטען; נור מען קען זיי אויסגעפינען ערשט נאָך לאַנגע און זעהר זאָרגפעלטיגע בעאָבאַכטונגען אין אָבסערוואַטאָריעס און נאָך טיעפע מאַטעמאַטישע אויסרעכנונגען.

די בעקאַנטעסטע און אויך בעמערקבאַרסטע פון אַזעלכע בעוועגונגען טראָגט דעם נאָמען „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס“. נור איידער מיר וועלען בעטראַכטען, וואָס פאַר אַ מין בעוועגונג דאָס איז, לאָמיר האַלטען אין זינען, אַז די ערד מאַכט ניט דורך יעדע פון איהרע בעוועגונגען אָבגעזונדערט אין אַ געוויסער רייהע און אָרדנונג, נור זי ווערט אין יעדען מאָמענט געטריבען פון פערשיעדענע זייטען, זאָ דאָס דער רעזולטאַט איז אַלץ איין בעשטימטער וועג.

דאָס וועט אונז פערשטענדליך ווערען דורך פאָלגענדען ביישפּיעל: לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אַז עטליכע שפּיעלער דערלאַנגען גלייכצייטיג אַ שטויס מיט זייערע שטעקענס אַ באַל אויף אַ ביליאַרד־טיש אין פערשיעדענע זייטען. דער באַל וועט דאַן, נאַטירליך, זיך קייקלען אין אַ געוויסער ריכטונג אויף אַ בעשטימטען וועג. אויב די שטויסען פון אַנטקעגענגעזעצטע זייטען וועלען זיין

פונקט גלייך אין קראפט, וועט דער באַל גאָר ניט א ריהר טאָן זיך פון אָרט; און אויב די שטויסען פון דער רעכטער זייט וועלען זיין שטאַר־קער פאר די שטויסען פון דער לינקער זייט, וועט דער באַל זיך קייקלען צו דער לינקער זייט, און אויב פערקעהרט, וועט אויך די בעוועגונג זיין פערקעהרט.

מען דאַרף ניט זיין קיין מעכאַניקער דאָס צו פערשטעהן, נור עס איז גוט צו וויסען, אַז אין דער מעכאַניקע רופט מען מיט די ווערטער „פאַראַלעלאָגראַם פון קרעפטע" דעם ר ע ז ו ל ט א ט פון א בע־וועגונג, וועלכע ווערט פעראורזאַכט דורך צוויי אָדער מעהרערע קרעפטע, אַט לאָמיר זאָגען, ווען צוויי אָדער עטליכע מענשען שלעפען אונטער א ווינקעל די עקען פון א שטריק, מיט וועלכער א שטיין איז ארומגע־בונדען. די ריכטונג פון דעם אַזוי געשלעפטען שטיין וועט, נאַטירלי־כערווייזע, אַלץ זיין נ ע ה ע נ ט ע ר צ ו ד ע ר ז י י ט פון די ש ט אַ ר ק ע ר ע שלעפער. און אין פאַל די קרעפטע פון די שלעפער וועלען זיין ג אַ נ ץ ג ל י י ך און זיי וועלען זיין אויסגעשטעלט אַזוי, אַז דער שטיין זאָל זיך געפינען אין דעם שפּיץ פון א ו ו י נ ק ע ל צווישען די אַנגעצויגענע עקען פון דער שטריק, וועט דער שטיין זיך בע־וועגען אויף א וועג, וואָס וועט איבערהאַקען דעם ווינקעל א ו י ף ה ע ל פ ט. און ווען איהר וואָלט געלערענט מעכאַניקע און מאַטע־מאַטיקע, וואָלט איהר געוואוסט, אַז פון אַזאַ ציהענעס אָדער שלעפּע־נעס, ווען אין יעדען מאָמענט ווירקען אויף א קערפּער — עס מאַכט ניט אויס ווי גרויס ער איז, א ביליאַרד־קוגעל אָדער אַן ערד־קוגעל — צוויי ג ל י י כ ע קרעפטע, וואָס זייערע ריכטונגען בילדען צווישען זיך א ווינקעל, מוז דער רעזולטאַט זיין אַ ק י י ל ע כ ד י ג ע ר וועג.

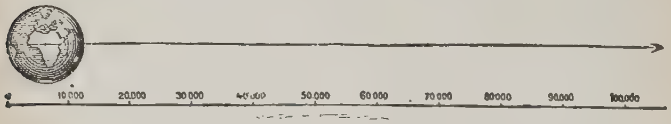
יעצט לאָמיר זיך ווייטער פאָרשטעלען, אַז מיר זעהען גאָר ניט, ווער עס שטויסט א באַל אויף אַ ביליאַרד־טיש, נור ער קייקעלט זיך דאָך אַלץ אין א בעשטימטען קרייז. מיר וועלען דאָן געוויס נייגעריג זיין אויסצוגעפינען, ווי אַזוי דאָס געשעהט און וועלכע קרעפטע רופען עס אַרויס דוקא אַזאַ בעוועגונג און ניט קיין אנדערע, און אויב מיר וועלען בעמערקען עפּעס אַן א ו נ ר ע ג ע ל מ ע ס י ק י י ט, עפּעס א ש ט ע ר ו נ ג אין דער ראַזיגער בעוועגונג, וועלען מיר, נאַטירליך, אויך זוכען די אורזאַכען דערפון.

נון, דאָס איז עס, וואָס מען זוכט אין דער אַלגעמיינער בעווע־

גונג פון דער ערד, ווייל מען בעמערקט געוויסע אונרעגעלמעסיגקייטען אויף איהר מארשרוט. עס קומען פאָר געוויסע, זאָ צו זאָגען, טרייסלונגען בשעת די ערד קייקעלט זיך אויף איהר אָרביט.

ווענען די קרעפטע וועלכע טרייבען עס די ערד אויף אַ בעשטימטען וועג, ווי אויך אַנדערע פּלאַנעטען, וועלען מיר ריידען אין די נעקסטע קאַפּיטלען. דאָ וועלען מיר בלויז איבערגעבען, ווי אַזוי מען דערקענט די ווירקונגען פון דיזע קרעפטע, ווען מען פאָרשט גרינדליך און גענוי די אונרעגעלמעסיגקייטען און פּערטורבאַציאָנען (שטערונגען) אין דער ערד'ס בעוועגונג.

אַט בשעת די ערד דרעהט זיך אַרום זיך אַליין, קייקעלט זיך אַזוי ווי, לאָמיר זאָגען, אַ באַל אויף אַ ביליאַרד־טיש, ווערט זי אויך אין יעדע רגע געשלעפּט מיט אַ גוואַלדיגער קראַפט אויף איהר אָרביט. דאָס מאַכט, אַז אין 24 שטונדען פליהט זי דורך אַ ווייטקייט, וואָס איז 200 מאָל לענגער פאַר איהר דיאַמעטער.



צייכנונג 105—דער דיאַמעטער פון דער ערד אין פערגלייך מיט דער שטרעקע וואָס זי לויפט דורך אין איין (1) שטונדע אויף איהר רייזע אַרום דער זון.

די צייכנונג 105 שטעלט פאָר דעם אונטערשיעד צווישען דיזע שטרעקען אין פערלויף פון איין שטונדע. ווי מיר ווייסען עס שוין פון דעם קאַפּיטעל איבער דער ווייטקייט פון דער זון, איז די לענג פון דער ערד'ס דיאמעטער 12,742 קילאָמעטער; אָבער אין דער צייט, וואָס די ערד קייקעלט זיך אַ שטונדע אָדער מאַכט דורך אַ 24טען טהייל פון איהר אייגענעם קרייז, שוועבט זי דורך 106,000 קילאָמעטער אויף איהר אָרביט. דאָס איז 8 און אַ דריטעל מאָל לענגער פאַר איהר דיאַמעטער. אַזוי איז דיזע לענג־פּראָפּאָרציע אין יעדען מאָמענט. אַט שטעלט אייך פאָר, אַז אין דער צייט, וואָס אַ באַל דערלאַנגט זיך אַ דרעה אויפ'ן ביליאַרד־טיש, פליהט ער אַוועק אויף אַ ווייטקייט, וואָס איז 8 און אַ דריטעל מאָל די לענג פון זיין דיאַמעטער.

וועט איהר האָבען אַ בעגריף וועגען די פערהעלטניסמעסיגע שנעלקייטען פון דיזע צוויי בעוועגונגען פון דער ערד.

אין דער זעלבער צייט אָבער, בשעת די ערד דרעהט זיך אַזוי אַלץ אַרום איהר אַקס און אַרום דער זון, ווערט זי אביסעל *צוריקגעהאַלטען* אויף איהר רייזע, זאָ דאָס די יאָהרעס־צייטען פאַנגען זיך ניט אָן יעדען יאָהר אין דעם זעלבען מאָמענט, נור *אַוואַנסירען* אַלץ, פאַנגען זיך אָן מיט עטליכע סעקונדען פריהער. צוערשט איז דאָס אויסגעפונען געוואָרען פון דעם גרעסטען אַלט־גריכישען אַסטראָנאָם *היפּאַרכוס*, וועמעס נאָמען עס איז אונז שוין אויסגעקומען צו דערמאָנען אין פאָריגע קאַפּיטלעך. דערגאַנגען איז ער עס מיט אַ יאָהר 130 פאַר די קריסטליכע צייט־רעכנונג ניט צופעליג, נור נאָכדעם ווי ער האָט *פערגליכען* זיינע אייגענע בעאָבאַכטונגען מיט די דאָזיגע פון זיינע פאָרגענגער, ספּעציעל מיט די אַסטראָנאָמישע טאַבעלען, וואָס איינער פון זיי מיט'ן נאָמען *טימאָכאַרים*, האָט צוזאַמענגעשטעלט מיט אַ יאָהרהונדערט און אַ האַלב *פריהער*. היפּאַרכוס האָט געזוכט פעסטצושטעלען גענוי די צייט, ווען עס פאַנגט זיך אָן דער פריהלינגס־גלייכטאָג, און דאָס האָט איהם געפיהרט צו דער וויכטיגער ענטדעקונג, אַז די דאָזיגע צייט *ענדערט זיך אַלץ*, זעהר לאַנגזאַם אָפּילו, אָבער אין פערלויף פון יאָהרהונדערטע ווערט עס אַלץ קענטיגער. דיזע ענדערונג הייסט עס „פּרעצעסיע פון עקווינאָקסעס", וואָס עס מיינט *פאָרשפּרונג* אָדער *פאָראויסגאַנג* פון די גלייכטעג. דורך דיזע בעוועגונג, וועלכע קומט פאָר פון *מזרח־זייט* צו *מערב־זייט*, אַלזאָ *פערקעהרט* ווי די טעגליכע און יעהרליכע בעוועגונגען פון דער ערד, ווערט עס דער פעריאָד צווישען איין פריהלינגס־גלייכטאָג און דעם נעקסטען עטוואָס *קירצער*, וואָס עס מיינט אַ *פערקלענערונג פון יאָהר* אָדער אַן *אַוואַנסירונג פון זיין אָנפאַנג*, וועלכער ווערט אַסטראָנאָמיש גערעכענט פון דעם מאָמענט, ווי די זון אויף איהר עקליפּטיק דערגרייכט דעם עקוואַטאָר אין פריהלינג.

דער אונטערשיעד אין צייט איז דערביי זעהר אַ קליינער. לויט די רעכנונגען פון היפּאַרכוס איז עס אויסגעקומען בלויז אַן אונטערשיעד אין 36 סעקונדען צווישען איין פריהלינג־עקווינאָקס און דעם אַנ־

דערעז. זיינע נאָכפאָלגער האָבען עס אויסגעפאָרשט גענויער, און היינט ווייס מען, נאָך זעהר גרינדליכע פאָרשונגען, אויסמעסטונגען און אויסרעכנונגען, אַז די „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס“ איז יעהר־ליך עטוואָס מעהר פון 50 סעקונדען, אָדער ארום אַן 71טעל פון אַ גראַד. דאָס מיינט, אַז אונגעפעהר יעדע 71 יאָהר וואַנדערט דורך דער עקווי־נאָקס־פּונקט אויף דעם קרייז פון דעם עקוואַטאָר איין גראַד. אום דער דאָזיגער פּונקט זאָל דורכוואַנדערען דעם גאַנצען עקוואַ־טאָריאַלען קרייז (און יעדער קרייז ווערט דאָך צוטהיילט אין 360 גראַד), וועט עס אַלזאָ דויערען אונגעפעהר 25,500 יאָהר.

אום לייכטער צו בענעהמען דאָס אויבענגעזאָגטע, שטעלט אייך פאָר אַזאַ זייגער, וואָס זאָל קענען געהן כסדר אַ 100 יאָהר פונקט אַזוי אין צייט, ווי די ערד ארום דער זון. ווען מיר זאָלען אַנשטעלען זיין ווייזער אויף אַ געוויסען פּונקט פון ציפער־בלאַט גראדע אין דעם טאָג פון דעם פריהלינג־עקווינאָקס בשעת דער זונען־זייגער מארקירט 12, אָדער איינפאַכער גערעדט, אין מיטען טאָג פון 21טען מערץ, און איהם אוועקלאָזען מיט זיין מעכאַניזם, וועלען מיר אויסגעפינען, אַז אין אַ יאָהר ארום, דעם נעקסטען 21טען מערץ, בשעת דער זונען־זייגער וועט ווידער מארקירען 12, וועט שוין דער ווייזער ניט דערגרייכען דעם זעלבען פונקט אויפ'ן ציפערבלאַט, נור עס וועט מוזען נעהמען אַ געוויסע צייט, ביז ער וועט ווידער צוקומען אהין. שטעלט אייך פאָר ווייטער, אַז ווען מיר זאָלען מעסטען דעם דאָזיגען אונטערשיעד, וועלען מיר אויסגעפינען, אַז דאָס איז אַזוי פיעל, ווי פיעל עס נעהמט דעם ווייזער דורכצומאַכען אונגעפעהר אַן 71טען טהייל פון אַ גראַד, אָדער 50 סעקונדען. אין פערלויף פון 71 יאָהר וועט, אַלזאָ, דער ווייזער אָפּשטעהן אויף אַ גאַנצען גראַד פון דעם ערשטען עקווינאָקס־פונקט אויף דעם ציפער־בלאַט פון אונזער 100־יעהריגען זייגער, און ווען מיר זאָלען אָננעהמען, אַז דער זעלבער זיי־גער וועט אַזוי קענען געהן אָהן אויפהער, אַלץ פערקירצענדיג דעם יאָהר אויף 50 סעקונדען, וועלען מיר גאָר אָהן אַסטראָנאָמיעס אויסרע־כענען, מולטיפּליצירענדיג 71 יאָהר אויף 360, אַז עס וועט מוזען נעה־מען ארום 25,500 יאָהר, ביז דער ווייזער וועט אַזוי דורכוואַנדערען אַ גאַנצען קרייז און צוקומען צום זעלבען פונקט, פון וואַנען מיר האָבען איהם אַ לאָז געטאָן.

און אַזעלכע ציפער־בלאַטען ווערען מאַרקירט אויפ'ן הימלישען געוועלב צווישען געוויסע פיקסע שטערן. איינער פון זיי איז דער וועג פון דער זון צווישען די מזלות — די עקליפּטיק. אין אונזערע צייטען קומט פאָר דער פריהלינג־עקווינאָקס אין מזל דגים, אָבער אין קורצען וועט עס פּאַסירען אין מזל דלי. אַרום דער אָנפאַנג פון דער קריסטליכער צייט־רעכנונג האָט עס פּאַסירט אין מזל טלה און מיט אַ יאָהר 2150 נאָך פריהער — אין מזל שור *), און אַזוי אַלץ אין אַן אַנדער מזל אונגעפעהר יעדע 2150 יאָהר, ביז דער עקווינאָקס־פּונקט מאַכט דורך דעם גאַנצען קרייז פון עקליפּטיק.

די אורזאַכע פון אַזאַ בעוועגונג האָט מען גאָר ניט געקענט וויסען אין היפּאַרכוס'עס צייטען. ערשט אין אונזערע צייטען קען מען עס ו ו י ס ע נ ש אַ פ ט ל י ך ערקלערען און מיט עכט־אַסטראָנאָמישע גענויאיגקייט אויסמעסטען און אויסרעכענען. דאָס קומט פון דער צ ו צ י ה ו נ ג ס ־ ק ר אַ פ ט פון דער זון און פון דער לבנה אויף דעם פּאַס פון דער ערד אַרום איהר ע ק ו ו אַ ט אָ ר. ווען די ערד וואָלט טאַקע געווען אַ פּאָלקאָמענער קוגעל, וואָלט איהר צענטער פון שווער־קייט געווען פּונקט אין איהר מיטען, און די צוציהונגען פון דער לבנה און פון דער זון וואָלטען דאַן ניט געהאַט אַזאַ ווירקונג אויף איהר בעוועגונג, ווי דאָס קומט פאָר, ווייל זי איז אַביסעל צ ו ג ע פּ ל אַ־צ י נ ט ביי איהרע פּאָלען און אַ ו י ס ג ע צ ו י ג ע ן, עפּעס ווי אַרויסגעטאַרצעט, ביי'ם עקוואַטאָר.

אין נעהענטערע בעטראַכטונגען וועגען דיזע פּ אָ ר ם פון דער ערד און וועגען די אונרעגעלמעסיגקייט, וואָס עס קומט דערפון אַרויס אין איהר בעוועגונג אַרום דער זון, קענען מיר זיך דאָ ניט אַריינלאָזען, ווייל דאָס פאָדערט זעהר טיעפע מאַטעמאַטישע קענטניסע. נור דער

*) פלאַמאַריאָן בעמערקט דערביי אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע: „אַפּנים אין יענע צייטען האָבען די שטערן־זעהער פערצייכענט דעם זאָדיאַק, ווייל איז אַלע רעליגיעזע מיטהען פון די פערצייטיגע קולטור־פעלקער איז דער „אָקס“ פערבונדען געוואָרען מיט דער אויפלעבענדער קראַפט פון דער זון אין פריהלינג, וועהרענד מען געפינט ניט עפּעס אַזעלכעס אין פערבינדונג מיט'ן צווילינג (מזל תאומים)“.

וואָס פאַר אַ ראָלע דער „הימלישער אָקס“ אָדער מזל שור האָט געשפּיעלט אין אַלטען געצענדיענסט, ווערט ערקלערט אין דער ביילאַגע ד.

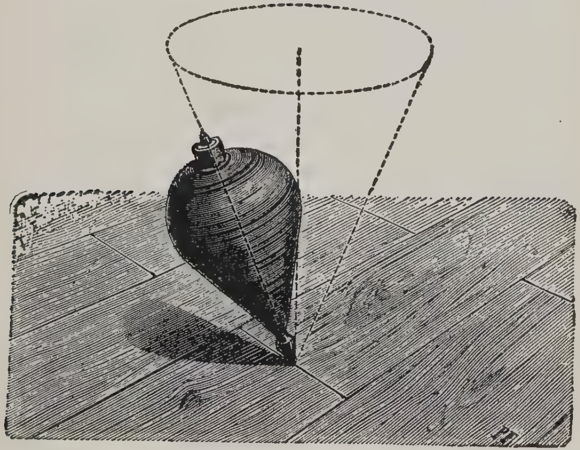
קענטיגסטער רעזולטאט דערפון איז, וואָס די אַקס פון דער ערד בלייבט ניט שטענדיג אין דער זעלבער פּאָזיציע, נור ט ר י י ס ע ל ט זיך, זאָ צו זאָגען, און וו אַ נ דֿ ע ר ט א י ן א ג ע וו י ס ע ן ק ר י י ז.

דער דאָזיגער קרייז איז עס דער צווייטער הימלישער ציפער־בלאַט, אויף וועלכען עס ווערט פערצייכענט די „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס“. דער ווייזער אויף דיזען ציפער־בלאַט איז איינער פון די פּאָלען פון דער ערד׳ס אַקס. מיר וועלען דאָ בעטראַכטען די בעוועגונג פון דעם נאָרד־פּאָל, ווייל ער ווארפט זיך אין די אויגען, ווי מיר ווייסען עס שוין פון די ערשטע קאַפּיטלעך, דורך אַ זעהר קענטיגען שטערן, וואָס טראָגט טאַקע דעם נאָמען פּאָלאַר־שטערן. אַזאַ בעוועגונג מאַכט דורך, נאַטירליך, אויך דער זידליכער עק פון דער ערד׳ס אַקס.

היינט געפינט זיך דער נאָרד־פּאָל פון הימלישען געוועלב לעבען דעם „פּאָלאַר־שטערן“. מיר ווייסען דאָך שוין, אַז אין אונזערע נאָרדליכע לענדער זעהט עס אויס, ווי אַלע שטערן דרעהען זיך אַרום איהם אין קרייזען אַלע 24 שטונדען, ווייל זיין פּאָזיציע אויפ׳ן הימעל איז לעבען דער ליניע פון דער ערד׳ס אַקס צום נאָרד. אָבער ניט אַלע מאָל איז עס גראַדע אַזוי געווען און ניט אַלע מאָל וועט עס אַזוי זיין. עס איז היסטאָריש פעסטגעשטעלט, אַז מיט 2700 יאָהר פאַר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג האָבען די כינעזישע שטערן־זעהער בעטראַכט אַן אַנדער שטערן (נעמליך: „אַלפאַ“, פון דער שטערן־גרופּע „דראַגאָן“) פאַר דעם פּאָלאַר־שטערן. און אַזוי איז עס טאַקע געווען דאַמאָלס, לויט די אַסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען אין אונזער צייט. דערווייל נעהענטערט זיך אַלץ דער נאָרד־פּאָל צו אונזער היינטיגען „פּאָלאַר־שטערן“, און אַזוי וועט עס זיין ביז דעם יאָהר 2105, ווען זיי וועלען זיך אַלץ מעהר ד ע ר וו י י ט ע ר ע ן איינער פון אנדערען, און עס וועט מוזען נעהמען 25,500 יאָהר ביז זיי וועלען ווידער קומען אין זייערע היינטיגע רעספּעקטיווע פּאָזיציעס. אין יאָהר 13,600 וועט דער נאָרד־פּאָל זיך געפינען לעבען דעם העלסטען שטערן אויף דעם נאָרדליכען הימעל, נעמליך לעבען דעם שוין אונז בעקאַנטען שטערן „וועגאַ“ פון דער שטערן־גרופּע „ליראַ“. דער דאָזיגער שטערן פון ערשטער מאַגניטויד וועט דאַן זיין דער פּאָלאַר־שטערן אין פערלויף פון אונגעפעהר דריי טויזענד יאָהר, אַזוי ווי ער איז עס געווען פאַר אונזערע אור־עלטערען מיט פערצעהן טויזענד יאָהר פריהער.

דער קרייז פון דעם נאָרד־פּאָל צווישען די פיקסע שטערן דורך די „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס" איז מאַרקירט אויף דער צייכנונג 5 (זעה ז. 23) און אָנגעוויזען אויף דער ז. 25.

דיזע לאַנגזאַמע בעװעגונג פון דעם נאָרד־פּאָל צװישען די פּיקסע שטערן קען פאַרגעשטעלט װערען דורך די בעװעגונג פון אַ דריידעל, װי אויף דער צייכנונג 106. אין דער צייט, װען דיזע שפּילכעל דרעהט זיך אַרום דעם אונטערשטען שפּיץ, מאַכט דער אויבערשטער שפּיץ דורך אויך אַזאַ קרייז, װי מאַרקירט אויבען מיט פּינטעלעך. די אַקס פון



צייכנונג 106.—אַ פאַרשטעלונג דורך אַ דריידעל, װי אַזוי עס קומט פאָר די בעװעגונג פון דער ערד'ס אַקס, אַלס רעזולטאַט פון דער „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס".

דער דריידעל (מאַרקירט דורך אַ געפּינטעלטע ליניע) בלייבט דאָך אַלץ צוגעבויגען צו דער אָבערפלעך פון טיש אויף אַ בעשטימטען װינקעל בשעת די דריידעל מאַכט קרייזען אַרום זיך זעלבסט. אין דער זעלבער צייט בעװעגט זיך די אַקס גופא אַזוי, אַז עס בילדעט זיך אַ קאָנוס (װי למשל אַ קאָפּ צוקער) אַרום אַ ליניע, װעלכע איז פּערפּענדיקולער צום טיש און װעלכע ציהט זיך פון דעם אָנשפּאַר־פּונקט פון דער דריידעל ביז צום צענטער פון

דעם קרייז פון דעם אויבערשטען שפּיץ. די דאָזיגע פּערפּענדיקולערע ליניע, ווי אויך די זייטען פון דעם קאָנוס, זיינען מארקירט אויף אונזער צייכנונג 106 מיט געפּינטעלטע ליניעס.

אַט אַזאַ מין קאָנוס בילדעט זיך עס אין פערלויף פון אונגעפּעהר 25,500 יאָהר דורך די בעוועגונג פון דער ערד'ס אקס, אַלס רעזולטאַט פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער זון און פון דער לבנה אויף דעם עקוואַטאָר פון דער ערד, ווי דאָס איז שוין אויבען געזאָגט געוואָרען. די דאָזיגע צוציהונג ווירקט ווי אַן אָ פּ ה א ל ט, א ב ר ע מ ז ע (טאָרמאַז) אויף דער געוועהנליכער בעוועגונג פון דער ערד אַרום דער זון. אין יעדער רגע, וואָס די ערד טראָגט זיך אין דער ריכטונג פון מערב צו מזרח אויף איהר אָרביט, ווערט איהר פּאַס אַרום דעם עקוואַטאָר ג ע צ ו י ג ע ן אין אַ פּ ע ר ק ע ה ר ט ע ר ריכטונג, פון מזרח צו מערב, און אַזוי ענטשטעהט עס די בעוועגונג, וואָס מען רופט „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס".

קאַפּיטעל 43.

די 8 אַנדערע הויפּט-בעוועגונגען פון דער ערד.

וואָס אָנבעלאַנגט די אנדערע בעוועגונגען פון דער ערד, קען מען זיי פערשטעהן ערשט, ווען מען שטודירט גרינדליך די העכערע מאַטעמאַטיק. אין פּאָפּולערע אַסטראָנאָמישע ווערק בעשרייבט מען זיי בלויז אָביסעל און מען גיט איבער, ווי מען רופט זיי געוועהנליך. אַזוי וועלען מיר עס אויך טאָן אין דיזען קאַפּיטעל.

נון, די פ ע ר ט ע פון דער ערד'ס עלף הויפּט־בעוועגונגען קומט דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער לבנה. זי האָט אַ נאָהענטע שייכות מיט דער שוין אונז בעקאַנטער „פּרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס". איינגענטליך בעוועגען זיך די ערד און די לבנה אַרום א י י ן ש ו ו ע ר־ק י י ט־צ ע נ ט ע ר. אַזוי ווי די ערד וועגט 80 מאָל מעהר פאַר דער לבנה, איז דאַרום דער דאָזיגער צענטער 80 מאָל נ ע ה ע נ ט ע ר צום צענטראַל־פּונקט פון דעם ערד־קוגעל, ווי צום צענטראַל־פּונקט פון דעם לבנה־קוגעל. בשעת די לבנה מאַכט איהר מאָנאַטליכע רייזע

ארום דער ערד, קומט זי אויס אַמאָל נעהענטער צו אונז און אַמאָל ווייטער, ווי מיר ווייסען עס שוין פון די קאַפּיטלעך איבער אונזער בעגלייטער. אָבער דערביי ווירקט עס אויך געוויסערמאַסען אויף דער בעוועגונג פון דער ערד אַרום זייער געמיינשאַפטליכען שווערקייט־צענטער. דאָס לאָזט זיך בעמערקען דורך אַ פּעריאָדישע וואַריאַציאָן אין דער גרויס און אין דער פּאָזיציע פון דער זון רעספּעקטיוו צו דער ערד.

די פינפטע בעוועגונג טראָגט דעם נאָמען נוטאַציאָן. זי קומט ווידער דורך די ווירקונג פון דער לבנה, נעמליך דורך די אַטראַקציאָן פון דער לבנה אויף דער אַקס פון דער ערד.

די זעקסטע בעוועגונג טראָגט דעם נאָמען „וואַריאַציאָן פון דער אָבליקוויטעט פון עקליפּטיק“. זי לאָזט זיך דערקענען דורך ענדערונגען אין דער צוגובויגענקייט פון דער ערד'ס אַקס אין פערלויף פון יאָהרהונדערטע. דער ווינקעל פון דער דאָזיגער צוגעבויגענקייט בלייבט ניט שטענדיג דער זעלבער. מיט אונגעפעהר עלף הונדערט יאָהר פאַר דער קריסטליכער צייט־רעכנונג איז דער דאָזיגער ווינקעל אויסגעמאָסטען געוואָרען פון כינעזישע שטערן־זעהער און געפונען געוואָרען 23 גראַד 54 מינוט; מיט אונגעפעהר 700 יאָהר נאָכדעם האָט מען דורך מעסטונגען געפונען, אַז דיזער ווינקעל איז 23 גראַד 49 מינוט, און לויט היינטיגע מעסטונגען איז ער 23 גראַד 27 מינוט. אין פערלויף פון די לעצטע 3000 יאָהר איז, אַלזאָ, פאָרגעקומען אַ פערקלענערונג פון דיזען ווינקעל אויף 27 מינוט.

דער דאָזיגער ווינקעל ווערט יעצט אַלץ קלענער מיט 47 סעקונדען אין אַ משך פון 100 יאָהר, ווי אַסטראָנאָמען האָבען עס אויסגעמאָסטען און אויסגערעכענט מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט.

ווען דאָס וואָלט טאַקע שטענדיג אַזוי אָנגעגאַנגען, וואָלט די אַקס פון דער ערד שליסליך געוואָרען פּערפּענדיקולער צו איהר אָרביט, און מען וואָלט דאַן געהאַט שטענדיג איין סעזאָן אויף דער ערד, ווי דאָס איז שוין ערקלערט געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל 41, וואו עס האָט זיך גערעדט וועגען די אורזאַך פון די פערשיעדענע יאָהרעס־צייטען. אָבער אין דער ווירקליכקייט האָט די דאָזיגע בעוועגונג אַ בעשטימטען גרענעץ. די אָבליקוויטעט פון עקליפּטיק אָדער די צוגעבויגענקייט פון דער ערד'ס אַקס פערקלענערט

זיך טאַקע אַ געוויסע צייט, אָבער נאָכהער געהט עס צוריק, פּערגרע־סערענדיג זיך. קורץ, דאָס איז אויך אַ פּ ע ר י אָ ד י ש ע בעווע־גונג, אַלץ אין געוויסע גרענעצען, אַזוי ווי די אַנדערע.

די ז י ע ב ע ט ע בעוועגונג טראָגט דעם נאָמען „וואַריאַציאָן פון עקסצענטריציטעט“. דאָס צייגט זיך אַרויס אין אַ געוויסער ענ־דערונג פון דער ערד׳ס אָרביט. אַמאָל איז איהר קיילעכדיגקייט מעהר נאָהענט צו אַ צירקעל, אַמאָל ווייניגער. מיט אַ טויזענד יאָהר צוריק איז די דאָזיגע עקסצענטריציטעט געווען דריי מאָל גרעסער איידער היינט; אָדער מיט אַנדערע ווערטער, דער וועג פון דער ערד אַרום דער זון איז דאַן געווען מ ע ה ר ע ל י פּ ט י ש איידער היינט. אין 24 טויזענד יאָהר אַרום וועט די ערד׳ס אָרביט זיין כמעט גלייך ווייט פון דער זון אויף איהר גאַנצען וועג, אָהן אַ ווייטעסטען פּונקט (אַפעליע) און אָהן אַ נעהענטסטען פּונקט (פּעריהעליע). נאָכהער וועט עס קומען צוריק צו דער היינטיגער עקסצענטריציטעט, און אַזוי וועט עס זיך אַלץ פּ ע ר י אָ ד י ש ענדערען אין פערלויף פון יאָהרטוי־זענדע.

די דאָזיגע וואַריאַציאָן האָט אַ געוויסע ווירקונג אויף די יאָהרעס־צייטען און קלימאַטען, ווייל דורך דעם קומט אויס, אַז אין געוויסע ריכטונגען איז די ערד ניט אַלע מאָל גלייך ווייט פון דער זון און פאָל־גליך בעקומען געוויסע ערטער אויף דער ערד פ ע ר ש י ע ד ע נ ע קוואַנטיטעטען פון ליכט־שטראַהלען און פון וואַרימקייט־שטראַהלען.

דאָס מיינט, זעלבסטפערשטענדליך, אַז דאָרטען איז ניט אַלע מאָל גלייך וואַרים אָדער קאַלט.

די אַ כ ט ע בעוועגונג טראָגט דעם נאָמען „וואַריאַציאָן פון דער פּעריהעליע“. דאָס צייגט זיך אַרויס אין דעם, וואָס די „ליניע פון די אַפּסידען“, פון וועלכע עס איז גערעדט געוואָרען אין פּאָר־פּאַריגען קאַפּיטעל, דאָס הייסט די ליניע, וועלכע ציהט זיך פון דער פּעריהעליע צו דער אַפעליע, ענדערט איהרע פּאָזיציעס אין פערלויף פון אַ געוויסען פּעריאָד. אַזוי, צום ביישפּיעל, האָט זיך די ערד געפונען אין איהר פּעריהעליע דעם 21טען סעפּטעמבער (דעם הערבסט־עקווינאָקס) מיט אונגעפעהר 6000 יאָהר צוריק. אָבער מיט אַ יאָהר 670 צוריק איז די ערד געווען אין איהר פּעריהעליע וועהרענד דעם ווינטער־סאָלסטים (21טען דעצעמבער), און דער רעזולטאַט דערפון איז געווען, אַז אונזערע

ווינטערס זיינען דאמאלס געווען די אם ווענינגסטען קאלטע און די זומערס די אם ווענינגסטען הייסע, ווי דאס קען נור פאסירען. זייט דאן ווערען אונזערע ווינטערס אלץ קעלטער און די זומערס אלץ הייסער. אין א יאהר 10 טויזענד ארום וועלען אונזערע ווינטערס זיין די מעגליכסט קעלטעסטע און די זומערס די מעגליכסט הייסעסטע. נאכהער וועט עס ווידער געהן צוריק, ביז די פעריהעליע פון דער ערד וועט זיך אין אונגעפעהר 15 טויזענד יאהר ארום געפינען אין דער זעלבער פאזיציע, ווי מיט 6 טויזענד יאהר צוריק. דער פעריאד פון די וואריאציאנען פון דער ערד'ס פעריהעליע איז אונגעפעהר 21,000 יאהר.

אזוי ווי דער אונטערשיעד אין דער ווייטקייט צווישען דער פעריהעליע און אפעליע פון דער ערד איז מעהר פון 4 מיליאן קילאמעטער, דארום מוז די דאזיגע וואריאציאן האבען א געוויסען איינפלוס אויף דער טעמפעראטור אין פערלויף פון די יאהרעס־צייטען.

די נ י י נ ט ע בעוועגונג טראגט דעם נאמען „פלאנעטארישע פערטורבאציאנען“. דאס זיינען שטערונגען, וועלכע קומען אלס רעזולטאט פון דער אטראקציאן (צוציהונג) פון די פערשיעדענע פלאנעטען, לויט זייערע רעספעקטיווע ווייטקייטען פון דער ערד. די ערד דערלאנגט זיך אויף איהר וועג ארום דער זון, זא צו זאגען, א נייג צו די פלאנעטען יופיטער, סאטורן, מארס, א. ז. וו., און דורך דעם קומען עס פאר געוויסע אונרעגעלמעסיגקייטען אין איהר בעוועגונג. פון איהר זייט רופט אויך די ערד ארויס דורך איהר אטראקציאן געוויסע פערטורבאציאנען אין די בעוועגונגען פון דיזע פלאנעטען.

די צ ע ה נ ט ע בעוועגונג טראגט דעם נאמען „וואריאציאן פון דער זון'ס שווערקייט־צענטער“.. אט בשעת עס קומט אויס, אז אלע פלאנעטען געפינען זיך אנטקעגען א י י ן ז י י ט פון דער זון, ציהען זיי איהר דאן מעהר צו זיך ווי געוועהנליך, און דער רעזולטאט דערפון איז א געוויסע ע נ ד ע ר ו נ ג אין דער פאזיציע פון איהר שווערקייט־צענטער. און אזוי ווי די ערד דרעהט זיך אייגענטליך ניט ארום דעם צענטער פון דעם זונען־קוגעל גופא, נור ארום דער זון'ס שווערקייט־צענטער, און עס קומט אפט אויס, אז דער לעצטער צענטער געפינט זיך גאר א ו י ס ע ר ה א ל ב דער ספערע פון דער זון, דארום פערורזאכט עס געוויסע א פ ו ו י כ ו נ ג ע ן אין דער בעוועגונג פון דער ערד.

די ע ל פ ט ע בעוועגונג פון דער ערד איז דער רעזולטאַט פון אַ געוויסער בעוועגונג פון דער זון גופא. אין איינעם פון די פאַריגע קאַפיטלעך איבער פיקסע שטערן איז עס שוין אַנגעוויזען געוואָרען, אַז די זון בלייבט ניט שטענדיג אויף דעם זעלבען אָרט אין וועלט־רוים, נור זי טראָגט זיך אָדער פ אַ ל ט אין אַ געוויסער ריכטונג, מיט־שלעפענדיג מיט זיך, נאַטירליך, אַלע איהרע בעגלייטער, אונזער פּלאַ־נעט אריינגערעכענט. די ריכטונג פון דיזער „פאַלענעס“ איז צו דער שטערן־גרופּע „הערקולעס“ אויף דעם נאָרדליכען הימעל. די שנעל־קייט, מיט וועלכער די גאַנצע זונען־סיסטעם טראָגט זיך אַהין, איז נאָך אַלץ ניט גענוי בעשטימט פון אַסטראָנאָמען. מען רעכענט, אַז די זון מאַכט אַ רייזע פון 600 ביז 1000 מיליאָן קילאָמעטער אין אַ יאָהר.

מיר געברויכען דאָ דעם וואָרט „פאַלען“, ווייל עס זעהט אויס אַזוי ווי די זון טראָגט זיך אויף אַ ג ל י י כ ע ר ליניע, עפּעס ווי אַ שטיין, וואָס פאַלט אַרונטער פון אַ הויכקייט. אין דעם וועלט־רוים איז אָבער ניטאָ קיין אויבען און קיין אונטען, קיין רעכטס און קיין לינקס (זעה קאַפּיטעל 10, ז. 81—83).

העכסט וואהרשיינליך איז אויך די דאָזיגע בעוועגונג אַ פּ ע ר י־אָ ד י ש ע, וואָס עס מיינט, אַז אין אַ געוויסער צייט אַרום, עס מאַכט ניט אויס ווי לאַנג דאָס זאָל דויערען, וועט פאָרקומען אַ צ ו ר י ק־ג אַ נ ג פון דער זון צו איהרע פריהערע פּאָזיציעס.

יעדענפאַלס לאָזט זיך דערפון אויס, ווי פלאַמאַריאָן בעמערקט עס, אַז זינט די ערד עקזיסטירט, האָט זי נאָך ניט דורכגעמאַכט צוויי מאָל פונקט דעם זעלבען וועג אין דעם וועלט־רוים.

אָבער וואָרום קומען עס פאָר אַזעלכע בעוועגונגען און וואָס האַלט עס צוזאַמען די גאַנצע זונען־סיסטעם אין בעשטימטע רעספּעקטיווע פּאָזיציעס און וויטקייטען? פאַר וואָס דרעהט זיך עפּעס די ערד אַזוי ווי מיר זעהען עס און ניט אַנדערש? וועלכע ק ר אַ פ ט בינדעט עס צוזאַמען די פלאַנעטען מיט זייערע לבנות און אַלע צוזאַמען מיט דער זון? און וואו ליגט עס די, זאָ צו זאָגען, ס פּ ר ו נ ד ז י נ ע פון דעם גאַנצען הימלישען מעכאַניזם?

אויף דיזע פראַגען וועלען מיר זוכען אַ אַנטוואָרט אין דעם נעקסטען קאַפּיטעל.

קאַפּיטעל 44.

די צוציהונגס-קראַפט און די געזעצע פון קעפּלער אין ניוטאָן.

ניט איין מאָל איז עס אונז אויסגעקומען אָנצוצייגען אין די פאָריגע קאַפּיטלעך אויף די ווירקונגען פון דער צוציהונגס־קראַפט, וועלכע לאָזט זיך געוועהנליך דערקענען דורך דעם, וואָס מיר רופען שווערקייט. דאָס איז די קראַפט, וואָס שטעקט אין יעדער פּיצעלע מאַטעריע אָדער שטאָף און וואָס רעגולירט די בעוועגונגען פון הימלישע קערפּערס. אויפ׳ן וויסענשאַפטליכען לשון רופט מען איהר אַטראַקציאָן, ווי אויך גראַוויטאַציאָן (פון אַ לאַטיינישען וואָרט וואָס בעדייטעט: שווער).

פון וואַנען דיזע קראַפט קומט און פאַר וואָס יעדע זאַך האָט די טבע צו ציהען צו זיך אַן אַנדערע — דאָס איז פאַר אונז אַזאַ אייביגע געהיימניס, ווי די עקזיסטענץ פון אַנדערע קרעפטע, למשל: וואַרימקייט, עלעקטריציטעט, מאַגנעטיזם, א. ז. וו. די נאַטורוויסענשאַפט בעשעפטיגט זיך בכלל ניט מיט דעם „אָנפאַנג פון אַלע אָנפאַנגען". איהר אויפגאַבע איז צו פאָרשען די ווירקונגען פון דיזע קרעפטע, ווי אויך זייער שייכות, זייער צוזאַמענהאַנג, אַז למשל, ווי אַזוי און אונטער וועלכע בעדינגונגען קען וואַרימקייט איבערגעהן אָדער אומגעוואַנדעלט ווערען אין עלעקטריציטעט, און פערקעהרט.

בקיצור, אין דער פיזיק און בכלל אין דער נאַטורוויסענשאַפט ווייס מען נור פון קראַפט און שטאָף, אָדער אַביסעל אַנדערש גערעדט, פון שטאָף מיט געוויסע אייגענשאַפטען.

מעהר ווייס מען ניט און מען וועט קיין מאָל ניט וויסען מעהר וועגען דעם „אורשפּרונג" פון דער וועלט. די רעליגיאָנען ערקלערען אונז דאָ אַ האָר ניט מעהר, אַבוואָהל זיי פּרעטענדירען צו „ענטפּלעקען אונז דעם סוד פון אַלע סודות". אין דער ווירקליכקייט ענטפערען זיי נור אויף איין געהיימניס מיט אַן אַנדער געהיימניס. די וויסענשאַפט נויטיגט זיך ניט אין דער היפּאָטעזע (השערה) וועגען אַ גאָט, ווי דער פּערפאַ־

עטמית בטורונטו

סער פון דער „הימלישער מעכאַניקע“, דער געניאַלער אַסטראָנאָם און מאַטעמאַטיקער לאַפּלאַס, האָט קורץ און ריכטיג געזאָגט: און דאָס איז גאַנץ פּשוט דעריבער, ווייל מיר דערוויסען זיך ניט דורך דעם עפּעס מעהר וועגען דעם סדר פון דער וועלט, וועגען די נאַטור־געזעצע, ווי מיר קענען עס אויסגעפינען דורך אונזערע פאָרשונגען און עקספּע־רימענטען.

די רעליגיעזע מענשען און איבערהויפּט אַזעלכע, וועלכע מיינען, אַז זיי וויסען עפּעס מעהר און אַז זיי ערקלערען עפּעס וועגען דעם „אָנפאַנג פון אַלע אָנפאַנגען“ מעהר פאַר אַ לאַפּלאַס, מעהר פאַר איר־גענד וועלכען וויסענשאַפטס־מאַן אָדער סתם אַן „אַפּיקורוס“, בשעת זיי דערלאַנגען אַ זאָג, אַז „גאָט האָט עס אַלעס אַזוי בעשאַפען“ — אַזעלכע האָבען אַ גרויסען טעות און זיי נאַרען זיך נור אַליין מיט זייערע איינבילדונגען. שליסליך, ווען מען הויבט זיי אָן צו פרעגען, פאַר וואָס האָט עס זייער גאָט בעשאַפען די וועלט דוקא אַזוי און ניט אַנ־דערש (שוין לאָזענדיג אָן אַ זייט די אַלטע קלאָץ־קשיא: „און ווער האָט עס בעשאַפען דעם בורא אַליין?“), אָדער ווי אַזוי קען עפּעס בע־שאַפען ווערען פון גאָרנישט, און וואָס איז דאָס אַזוינס „גאָרנישט“ — ענטפערען זיי אַלץ און מוזען דאָך אַזוי ענטפערען: „אַה, דאָס איז אַ מיסטעריע, אַ געטליכער סוד“. טאָ וואָס־זשע וויסען זיי אָדער „פער־שטעהען“ זיי, די גלויבענדע, מעהר פאַר דעם וויסענשאַפטס־מאַן, וועל־כער ענטזאַגט זיך אין גאַנצען פון אַזעלכע פּוסטע סברות און „הויכע“ ספּעקולאַציעס, פון אַלערליי מיסטישע אָדער קאַבאַליסטישע פילאָ־זאָפיעס, און געהט זיך אויף ראַיעלע וועגען צו פאָרשען די נאַטור אַזוי ווייט און טיעף, ווי דאָס לאָזט זיך פאַר אַ בשר ודם?

אָט לאָמיר טאַקע זעהען, וואָס נאַטור־פאָרשער האָבען אויסגעפּו־נען וועגען די אַטראַקציאָן־קראַפט, וועלכע דוכט זיך אונז אויס אַזוי איינפאַך אַלס שווערקייט און וועלכע איז גאָר קיין מאָל ניט גענומען געוואָרען אין בעטראַכט אין אירגענד וועלכער רעליגיאָן. טאַקע, וואָס איז דען געווען צו פערנעהמען זיך אין „הייליגע שריפטען“, אין „געט־ליכע ענטפּלעקונגען“, אין רעליגיעזע ספּעקולאַציעס בכלל, מיט אַזאַ פּשוט'ער זאַך, ווי געוויכט? און וואָס האָט מען געהאַט צו קלערען וועגען אַזעלכע איינפאַכע ערשיינונגען, ווי די פאַלענעס פון זאַכען דוקא צו דער ערד?

ווי פיעל נייע רעליגיאָנען עס וואָלטען ניט אויפגעקומען, ווי פיעל סעקטען עס וואָלטען ניט ארומגעריסען זיך וועגען אני מאמין'ס, פסוקים, נבואות, א. ז. וו., און ווי פיעל מיסטיקער און קאבאליסטען עס וואָלטען ניט זיך גע'חקר'ט וועגען דעם „אָנפאנג פון אַלע אָנפאנגען", וואָלטען מיר היינט צו טאָג אַלץ אזוי ווייניג געוואוסט וועגען אטראַק־ציאָן און וועגען די נאטור־קרעפטע איבערהויפט, ווי אונזערע ווילדע אור־עלטערען.

קולטור־פאָרשער האָבען געצויגען די אויפמערקזאמקייט אויף דעם ווירקליך מערקווירדיגען פאקט, דאָס קיין פאָלק האָט זיך קיין מאָל ניט פאָרגעשטעלט עפּעס א „גאָט פון שווערקייט". אַלע קרעפטע, ווי אויך אַלע וויכטיגע ערשיינונגען פון דער נאטור, זיינען פערגעטערט געוואָרען, אָבער ניט די שווערקייט. מען האָט זיך פאָרגעשטעלט גע־טער פון ווינטען, בערג, טהאָלען, טייכען, בליצען, דונערס, רעגענס, פלאָנצען, וועלדער, א. ז. וו., א. ז. וו.; אָבער אַלץ ניט א„ גאָט פון שווערקייט". קיינעם איז עס אפנים גאָר ניט איינגעפאלען צו האלטען פאַר וויכטיג אזא „נאטירליכע זאך", ווי די "נייגונג" פון אַלעס אויף דער ערד צו דער ערד. די וואָג פון יעדע זאך בעזונדער איז טאקע געווען פון גרויס וויכטיגקייט פאר מענשען אין אַלע צייטען, אָבער די אַלגעמיינע מעלה פון שווערקייט, דאָס וואָס אַלע זאכען האָ־בען א געוויכט און פאַלען צו דער ערד — דאָס האָט גאָר קיינעם ניט געקימערט.

מען איז עפּעס אזוי צוזאָמענגעוואקסען געוואָרען מיט דער שווער־קייט פון זאכען, ווי מיר זעהען עס אויף דער ערד, אז עד היום גע־פינען זיך נאָך אפילו אין ציוויליזירטע לענדער מאסען מענשען, וועלכע עס איז זעהר שווער פאָרצושטעלען זיך, ווי אזוי עס קען זיין, דאָס די ערד גופא זאָל „שוועבען אין דער לופטען", טאקע זיך „האלטען אויף א גאָרנישט".

„די געשיכטע פון דער פערצייטיגער אסטראָנאָמיע צייגט אונז", שרייבט פלאמאריאָן, א טיעפע אנגסט צווישען די שטערן־זעהער, וועלכע האָבען אָנגעפאנגען איינצוזעהן, אז די ערד הענגט עפּעס אין דעם וועלט־רוים, גאָר אָהן אונטערשפאָרונגען, נור זיי האָבען אַלץ ניט געוואוסט, ווי אזוי עס קען מעגליך זיין, אז אזא שווערער קערפּער זאָל ניט ארונטערפאַלען. די שטערן־זעהער אין

בבל האָבען זיך דאָרום פאַרגעשטעלט, אַז די ערד איז אינוועניג פוסט, אַזוי ווי אַ שיף, און זי קען דאָרום ש ו ו י מ ע ן א י ב ע ר א ן אַ ב ג ר ו נ ד. די אַלטע גריכען האָבען אָנגענומען, אַז די ערד האַלט זיך אויף זיילען, און די אַלטע עגיפּטער האָבען געלערענט, אַז די ערד האַלט זיך אויף פיער עלעפאַנטען, וועלכע שטעהען אויף אַ טשערעפּאַכע, וועלכע שווימט אויף אַ ים"... וועלכע:... נור ווייטער האָבען זיי שוין ניט געפרעגט, ווייל דאָס מוז דאָך פיהרען ביז צו דער אונ־ענדליכקייט, און דאָן זיינען דאָך אויך די ע ר ש ט ע פראַגען איבע־ריג, און עס בלייבט פּשוט צו שליסען, אַז די ערד גופא האַלט זיך אויף גאָרנישט.

אַט דענקט נאָך אַביסעל וועגען דעם, וועט עס אייך גאַנץ קלאָר ווערען. ווי פיעל אונטערשפּאַרונגען פאַר די ערד איהר זאָלט זיך ניט פאָרשטעלען, מיליאָנען מאָל מיליאָנען, וועט איהר דאָך אַלץ בליי־בען שטעהן ביי דער פראַגע: „און אויף וואָס האַלט זי זיך מיט אַ ל ע איהרע אונטערשפּאַרונגען?" און אַז איהר וועט זיך שטעלען דיזע איינפאַכע פראַגע, וועט איהר שוין אויך זיך אַ פרעג טאָן: היינט צו וואָס האָב איך עס בעדאַרפט אויסטראַכטען אַזוי פיעל אונטערשפּאַ־רונגען און זיך פאָרשטעלען עפּעס אַ משונה'דיגען מעכאַניזם מיט אַן אונענדליכער צאָהל איבעריגע רעדלעך? איז עס דען ניט קליגער און איינפאַכער גלייך פון אָנפאַנג אָנצונעהמען, אַז דער ערד־קוגעל אַליין, אָהן שום זיילען און אירגענד וועלכע אונטערשפּאַרונגען, האַלט זיך אויף גאָרנישט?

צו אַזאַ לאָגישען שלוס זיינען טאַקע טיעף־דענקענדע מענשען גע־קומען אין גאַנץ אַלע צייטען, ווי דאָס בעווייזט אויך דער ווירקליך מערקווירדיגער פּסוק אין איוב: „תולה ארץ על בלימה". יאָ, אַזוי איז עס: „די ערד הענגט אויף גאָרנישט": אָבער וואָס דער דאָזיגער „גאָר־נישט" מיינט, איז ערשט קלאָר געוואָרען סך הכל מיט אַ 200 יאָהר צוריק נאָך ניוטאָן'ס ענטדעקונג פון די געזעצע פון גראַוויטאַציאָן.

דיזע ענטדעקונג, וועלכע דאַרף גערעכענט ווערען פאַר איינע פון די גרעסטע און וויכטיגסטע אין דער וויסענשאַפט, איז אָבער ניט גע־מאַכט געוואָרען צופעליג און אויך ניט פּלוצלונג, אָבוואָהל די מעשה וואָס מען דערצעהלט וועגען „ניוטאָן'ס עפּעל" מעג זיך זיין אַ גאַנץ ריכטיגע. „איין אָבענד", שרייבט וועגען דעם פלאַמאַריאָן, „איז אַ

יונגער מאַן פון 23 יאָהר געזעסען אין זיין פאָטער'ס גאָרטען טיעף פער־טראַכט. פּלוצלינג, זאָגט מען, איז אַן עפּעל אראָפּגעפאַלען פון אַ בוים לעבען איהם. דיזע איינפאַכע ערשיינונג, אויף וועלכער אַן אַנדערער וואָלט זיך קוים ארומגעקוקט, האָט אין איהם אויפגעוועקט טיעפע רעיונות. די לבנה האָט דאַן געשיינט אויפ'ן הימעל, און דאָס האָט איהם געפיהרט צו דענקען וועגען די געהיימניספאָלע קראַפט, וועלכע טרייבט זאכען צו זיך. „ווארום פאַלט ניט די לבנה?“ איז איהם דאַן ארויף אויף די געדאַנקען, און ווען ער האָט גענומען זוכען אַן ענטפער אויף דיזער פראַגע, האָט ער שליסליך געמאַכט איינע פון די ערהאַ־בענסטע ענטדעקונגען, מיט וועלכע דער מענשליכער גייסט מעג שטאָל־צירען. דיזער יונגער מאַן איז געווען ניוטאָן, און די ענטדעקונג, צו וועלכער ער איז געפיהרט געוואָרען דורך דעם פאַל פון אַן עפּעל *), איז דער גרויסער געזעץ פון אַל־וועלטליכע אַטראַקציאָן, וואָס עס איז דער הויפּט־גרונד פון אַלע אַסטראָנאָמישע טהעאָריעס“.

„אָבער“, שרייבט ניוקאָם אין זיין פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע, „די אידעע וועגען אַ קאָסמישע קראַפט, וואָס קומט ארויס פון דער זון אָדער פון דער ערד און וואָס פעראורזאַכט די הימלישע בעוועגונגען, איז ניט ענטשטאַנען פון ניוטאָן. אפילו פּטאָלעמעאוס האָט שוין גע־האַט אַן אידעע פון אַ קראַפט, וועלכע שטרעבט שטענדיג צום צ ע נ־ט ע ר פ ו ן ד ע ר ע ר ד, אָדער, וואָס עס איז פאַר איהם געוועזן דאָס זעלבע, צום צענטער פון דער גאַנצער הימלישער וועלט, און וועל־כע מאַכט, דאָס ניט נור זאָלען שווערע קערפּערס פ אַ ל ע ן, זאָנדערן אויך, דאָס די גאַנצע וועלט זאָל צ ו ז אַ מ ע נ ג ע ה אַ ל ט ע ן ווערען. ק ע פּ ל ע ר האָט אויך ערקלערט, אַז די קראַפט, וועלכע בעוועגט די פּלאַנעטען, געפינט זיך אין דער זון. אָבער ניט פּטאָלעמעאוס און ניט קעפּלער האָבען געקענט געבען אַ גענינענדע ערקלערונג וועגען אַזאַ קראַפט אויף דעם גרונד פון די ג ע ז ע צ ע, וואָס זייערע פאָלגען זעהען מיר ארום זיך. וואָס ניוטאָן האָט דאָ אויפגעטאָן, איז געווען צו צייגען, אַז די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען ווערען בעשטימט

*) דער אויסדרוק „ניוטאָן'ס עפּעל“ ווערט געברויכט, ווען מען וויל איבערגעבען, ווי מאַנכעס מאָל קומען אַרויס די וויכטיגסטע רעזולטאַטען פון גאַנץ אונבעדייטענדע אורזאַכען.

דורך אַן אַ ל ו ו ע ל ט ל י כ ע ר ק ר אַ פ ט, פון וועלכער די קראַפט, וואָס פעראורזאַכט דאָס פאַלען פון אַן עפּעל, איז בלויז איינע פון די מאַניפעסטאַציעס, און אַזוי אַרום אַוועקצונעהמען ביי די הימלישע בעוועגונגען די געהיימניסע, מיט וועלכע מען האָט זיי פריהער צוזאַמענגעבונדען".

בקיצור, ניוטאָן האָט דער ערשטער גרינדליך ערקלערט און אויך מ אַ ט ע מ א ט י ש בעוויזען, אַז די קראַפט, וואָס פעראורזאַכט דאָס פ אַ ל ע ן פון זאַכען אויף דער ערד און וואָס מיר רופען געוועהנליך ש ו ו ע ר ק י י ט, איז די זעלבע, וואָס צ י ה ט הימלישע קערפּערס איינע צו די אַנדערע און וואָס ווערט זייט דאַן גערופען אַ ל ו ו ע ל ט־ ל י כ ע אַ ט ר אַ ק צ י אָ ן. אָבער אַ ז ו י בעווייזען האָט ער עס געקענט אויף דעם גרונד פון די בעאָבאַכטונגען, עקספּערימענטען און רעכנונגען פון זיינע פאָרגענגער, ספּעציעל פון ק ע פּ ל ע ר, ג אַ־ ל י ל ע אָ און ה י י ה ע נ ס.

ניוטאָן האָט יאָהרען־לאַנג געפאָרשט די געזעצע, וועלכע קעפּלער האָט, נאָך לאַנגע בעאָבאַכטונגען און פיעלע רעכנונגען, אויסגעפונען וועגען די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען. און דיזע פאָרשונגען האָבען עס איהם געפיהרט צו דער ענטדעקונג פון די געזעצע פון גראַוויטאַ־ ציאָן. אַזוי איז עס אין אַלע וויסענשאַפטען און קונסטען: איין ענט־ דעקונג פיהרט צו אַן אַנדערע.

אין דעם קאַפּיטעל „איבער די בעוועגונגען און פאַזען פון דער לבנה" (זעה קאַפּיטעל 35) איז אויך פערשפּאָרכען געוואָרען צו בעקענען זיך מיט קעפּלער'ס געזעצע. דיזען פערשפּרעך וועלען מיר דאָ ער־ פילען.

קעפּלער'ס דריי געזעצע.

דיזער גענիאַלער דייטש, וועלכער איז געבוירען געוואָרען מיט 81 יאָהר בעפאָר ניוטאָן און מיט 3 יאָהר בעפאָר גאַלילעאָ, האָט דורכגע־ מאַכט די בעסטע אַסטראָנאָמישע שוהלע אין 16טען יאָהרהונדערט, נעמליך: ביי דעם דענישען אַסטראָנאָם ט י כ אָ ד ע ב ר אַ ה ע, וועלכער האָט פערפאָלקאָמט אַלע אינסטרומענטען, וואָס אַסטראָנאָמען פּלעגען געברויכען בעפאָר די ענטדעקונג פון טעלעסקאָפּ. בעאָבאַכטענ־ דיג גענויער מיט דער הילפע פון אַזעלכע אינסטרומענטען די בעווע־

גונגען פון פּלאַנעטען, ספּעציעל פון דער פּלאַנעט מאַרס, האָט קעפּלער אויסגעפונען אַזעלכע אונרעגעלמעסיגקייטען, אַז ער איז געקומען צום שלוס, דאָס די אָרביטען פון די פּלאַנעטען זיינען ניט צירקולערע, ווי דאָס איז אַלגעמיין אָנגענומען געווען און ווי קאָפּערניקוס האָט עס אויך געלערענט, נור ע ל י פּ ט י ש ע.

די אורזאכע, ווארום מען האָט פון די עלטעסטע צייטען אַן ביז קעפּלער'ס פאָרשונגען און רעכנונגען אַלץ געהאַלטען, אַז די פּלאַנעטען בעוועגען זיך אין צירקלען, איז געווען, וואָס מען האָט זיך פאָרגעשטעלט, אַז אַזוי איז עס נאַטירליכער און ענטשפּרעכט מעהר דער ר ע ג ע ל מ ע ס י ג ק י י ט פון דיזע בעוועגונגען. אום צו ערקלערען מאַנכע פון די אונרעגעלמעסיגקייטען, וועלכע מען האָט שוין בעמערקט אין די גרוי־אַלטע צייטען, האָבען די גריכישע אַסטראָנאָמען, ספּעציעל היפּאַרכוס און פּטאָלעמעאוס, אויסגעטראַכט די זאָ־גענאַנטע „עפּי־סיקלען", ווי דאָס איז שוין איבערגעגעבען געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל איבער „וואַנדערנדע שטערן" (זעה קאַפּיטעל 13). אויך קאָפּערניקוס האָט געמוזט איינפיהרען אַזאַ „רעדעלע", אום צו קענען ערקלערען די אונרעגעלמעסיגקייטען אין די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען.

ווען אָבער קעפּלער האָט אויסגערעכענט, אַז די אָרביטען פון די פּלאַנעטען זיינען גאָר עליפּטישע, האָט ער שוין געקענט ערקלערען אַזעלכע אונרעגעלמעסיגקייטען אָהן שום הילפע פון עפּיסיקלען, פון איר־גענד וועלכע קונציגע רעדעלעך אויף רעדער.

דאַמאָלס האָט ער פאָרמולירט זיין ע ר ש ט ע ן געזעץ, וועלכער לויטעט אַזוי:

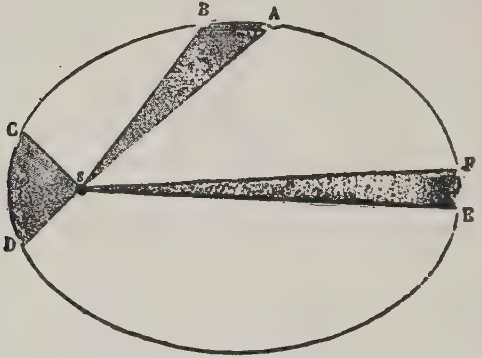
1.—ד י אָ ר ב י ט פ ו ן י ע ד ע ר פּ ל אַ נ ע ט א י ז אַ ן ע ל י פּ ס מ י ט ד ע ר ז ו ן א י ן א י י נ ע ם פ ו ן א י ה ר ע פ אָ ק ו ס ע ן.

און דאָס האָט איהם שוין געפיהרט צו זיין צ ו ו י י ט ע ן געזעץ, וועלכער לויטעט אַזוי:

2.—ו ו ע ה ר ע נ ד אַ פּ ל אַ נ ע ט ב ע ו ו ע ג ט ז י ך אַ ר ו ם ד ע ר ז ו ן, מאַכט דורך אַ י ה ר ר אַ ד י ו ס־ו ו ע ק־ט אָ ר (דאָס מיינט: די ליניע צווישען איהר און די זון) ג ל י י כ ע שטח'ס א י ן ג ל י י כ ע צ י י ט ע ן.

אום אַ לעזער, וואָס האָט קיין מאָל ניט געלערענט געאָמעטריע,

זאָל בעגרייפען, וואָס דאָס בעדייטעט, ברענגען מיר דאָ די פאָלגענדע ערקלערענדע צייכנונג 107:



צייכנונג 107.—ערקלערונג פון קעפּלער'ס צווייטען געזעץ.

די קייַלעכדיגע ליניע איז אַן עליפּס. לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אַז דאָס איז די אָרביט פון דער ערד (אין דער אמת'ן איז זי פּיעל נעהנטער צו אַ צירקעל, ווי דאָס איז דער עליפּס אויף אונזער צייכ־נונג 107) און אַז אין איינעם פון איהרע פאָקוסען געפינט זיך די זון (די שוואַרצע קייקעלע בעצייכענט מיט'ן בוכשטאַב S). לאָמיר זיך פאָרשטעלען, אַז אין אַ בעשטימטער צייט, למשל אַ מאָנאַט, וואַנדערט די ערד דורך איינעם פון די טהיילען פון איהר אָרביט, וואָס זיינען דאָ מאַרקירט מיט די בוכשטאַבען A—B, D—C און E—F. דאַן קומט עס אויס, לויט קעפּלער'ס צווייטען געזעץ, אַז די אַ ב ע ר פ ל ע כ ע ן אָדער שטח'ס צווישען די ליניעס, וואָס ציהען זיך פון דער זון צו דיזע פונקטען אויף דער אָרביט (און אַזעלכע ליניעס, ווי SC SB, SA, אַ. ז. וו. ווערען עס אויפ'ן געאָמעטרישען לשון גערופען „ראַדיוס־וועק־טאָרס") זיינען ג ל י י ך. די ב ו י ג ע נ ס אָדער טהיילען פון דער עליפּטישער אָרביט זיינען טאַקע ניט גלייך, ווי דאָס וואַרפט זיך אין די אויגען אויף דער צייכנונג 107; אָבער די דריי אַ ב ע ר פ ל ע כ ע ן (מאַרקירט מיט פּינטעלעך און שטריכעלעך) זיינען פון דעסטוועגען ג ל י י ך, ווייל זיי זיינען דאָך אָבהעניג אויך פון דער ל ע נ ג פון די ראַדיוס־וועקטאָרס.

אַט אַזוי טראָגען זיך אַלע פּלאַנעטען אַרום דער זון. בשעת זיי וואַנדערען נעהענטער צו דער זון אויף זייערע עליפּטישע אָרביטען, מאַכען זיי דורך אַ גרעסערען בויגען אין אַ בעשטימטער צייט (אַט ווי דער בויגען צווישען C און D אויף אונזער צייכנונג), איידער בשעת זיי וואַנדערען ווייטער פון דער זון (אַט ווי דער בויגען צווישען E און F אָדער צווישען A און B) אין אַ גלייכער צייט. פון אונזערע אָבסערוואַטאָריעס אויף דער ערד בעמערקען מיר דעריבער געוויסע אונרעגעלמעסיגקייטען אָדער, אַנדערס גערעדט, אונגלייכהייטען אין די שטרעקען אָדער דיסטאַנצען, וואָס די פּלאַנעטען פליהען דורך אין געוויסע פּעריאָדען: אַמאָל שנעלער און אַמאָל לאַנגזאַמער.

ווען דער לעזער וועט זיך ניט פוילען צו קאָפּירען די צייכנונג 107 אויף אַ שטיקעל קאַרדאָן־פּאַפּיער און נאכהער אויסצושניידען גענוי די דריי מאַרקירטע טהיילען, וועט ער אויסגעפינען, אַז זיי וועגען גלייך, ווען ער וועט זיי אַרויפלייגען אויף אַ פּינקטליכער און עמפּפינדליכער וואָג־שאָל, וואָס עס וועט דיענען אַלס אַ בעווייז, דאָס אויך זייערע אָבערפלעכען זיינען גלייכע.

וואָס אַנבעלאַנגט קעפּלער'ס דריטען געזעץ, איז ער פון דער גרעסטער וויכטיגקייט פאַר אַסטראָנאָמישע רעכנונגען. ער לויטעט אַזוי:

3.—די סקוועערס (קוואַדראַטען) פון די צייטען פון די רעוואָלוציאָנען (אַרומדרעהונגען) פון די פּלאַנעטען איז פּראָפּאָרציאָנעל צו די קובען פון זייערע דורכשניטליכע ווייטקייטען פון דער זון.

דאָס איז דער פונדאַמענטאַלער געזעץ פון די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען. לאָמיר זיך אָבער ניט שרעקען דאָ פאַר די מאַטעמאַטישע אויסדריקע. עס איז שווער געווען אויסצוגעפינען די דאָזיגע שייכות צווישען די צייטען פון די פּלאַנעטאַרישע בעוועגונגען און צווישען זייערע ווייטקייטען פון דער זון, נאָך בעאָבאַכטונגען פון אַסטראָנאָמען אין פערלויף פון יאָהרהונדערטע; אָבער עס איז גאָר ניט אַזוי שווער דאָס צו פערשטעהן, ווי עס קען זיך דוכטען פון ערשטען בליק.

צוערשט לאָמיר קלאָר ווערען, וואָס מען פערשטעהט על פּי מאַ־

טעמאטיק אונטער די ווערטער „סקווער“ און „קוב“. ווען מען כפל'ט א צאהל אויף זיך זעלבסט, איז דער רעזולטאט א סקווער, אט ווי 2 מאל 2 איז 4, 3 מאל 3 איז 9, א. ז. וו. ווען מען זאגט, למשל, אז 16 איז דער סקווער אדער קוואדראט פון 4, מיינט עס פשוט, אז ווען מען מולטיפליצירט 4 אויף 4, בעקומט מען 16. און ווען מען כפל'ט א צאהל אויף זיך זעלבסט צוויי מאל, איז דער רעזולטאט א קוב, אט ווי, למשל, 4 מולטיפליצירט איין מאל אויף 4 און נאך א מאל אויף 4, איז 64. ווען מען זאגט, למשל, אז 125 איז דער קוב פון 5, מיינט עס, אז ווען מען זאל מולטיפליצירען 5 צוויי מאל אויף זיך זעלבסט, וועט מען בעקומען 125.

לאמיר דאס האלטען אין זינען און לאמיר יעצט בעטראכטען די פאלגענדע טאבעלע:

פלאנעטען	צייט (יאהרען)	סקווער פון צייט	ווייטקייט	קוב פון ווייטקייט
ערד	1.000	1.000	1.000	1.000
מערקור	0.241	0.058	0.387	0.058
ווענוס	0.615	0.378	0.723	0.378
מארס	1.881	3.538	1.524	3.540
יופיטער	11.86	140.66	5.203	140.80
סאטורן	29.46	867.9	9.539	868.00

עס ווארפט זיך דאך אין די אויגען, ווי עס שטימען די צאהלען אין דער דריטער רייהע און אין דער פינפטער רייהע פון דיזער טאבעלע, נעמליך: די צאהלען פון די סקווערס פון דער צייט (ווי פיעל עס דויערט א פלאנעט צו מאכען א רייזע ארום דער זון) און די צאהלען פון די קובען פון די פלא־נעטארישע ווייטקייט ביז צו דער זון. מיר וועלען פון דעסטוועגען ברענגען א ביישפיעל, אום דאס נאך קלארער צו מאכען.

לאמיר דא פערגלייכען אונזער ערד מיט אונזער נעקסטען הימ־לישען שכן מארס. אלעס וואס עס בעציהט זיך אויף דער ערד ווערט געוועהנליך ביי אזעלכע פערגלייכען אנגענומען אלס איינס, ווי דאס איז אויך איבערגעגעבען אויף דער אביגער טאבעלע. און מען דארף גאר ניט זיין קיין מאטעמאטיקער צו וויסען, אז ווי פיעל מאל מען זאל ניט מולטיפליצירען אז 1 אויף אז 1, אדער צוטהיילען אז 1 אויף אז 1, וועט דער רעזולטאט אלץ זיין אז 1.

נון, ווערענד עס נעהמט אונזער ערד 1 יאָהר דורכצומאַכען איהר אָרביט, נעהמט עס מאַרס'ן דורכצומאַכען זיין אָרביט 1.881 (1 מיט 881־טויזענדלעך) יאָהר. ווען איהר וועט כפל'ען 1.881 אויף זיך זעלבסט, וועט איהר אויסגעפינען, אַז דער רעזולטאַט איז 3.538 (דאָס איז דער סקוועער פון מאַרס'עס רעוואָלוציאָנס־צייט).

ווייטער, אָננעהמענדיג די דיסטאַנץ אָדער ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון פאַר 1, וועט די ווייטקייט פון מאַרס ביז צו דער זון זיין 1.524 (עטוואָס מעהר ווי אָנדערהאַלבען מאָל די ווייטקייט פון דער ערד). און ווען איהר וועט זיך ניט פוילען צו כפל'ען 1.524 צוויי מאָל אויף זיך זעלבסט, וועט איהר אויסרעכענען, אַז דאָס איז 3.540, דער קוב פון מאַרס'עס ווייטקייט, ווי אין דער פיפנטער רייהע פון דער אָביגער טאַבעלע.

אַלזאָ, דער אונטערשיעד צווישען דעם ס ק ו ו ע ר פון מאַרס'עס צייט (אין ערדישע יאָהרען), נעמליך: 3.538, און דעם ק ו ב פון זיין ווייטקייט, נעמליך: 3.540, איז בלויז אין 2־ט ו י ז ע נ ד ל ע ך, און דאָס איז פערהעלטניסמעסיג אַ קליינינקייט, וועלכע איז דערצו נאָך אָבהענגיג פון די ספּעציעלע אונרעגעלמעסיגקייטען פון דיזער פּלאַנעט.

אין ווייטערע איינצעלהייטען וועגען דיזע אַלע געזעצע קענען מיר זיך ניט אריינלאָזען, ווייל דאָס פאָדערט טיעפע קענטניסע אין מאַטעמאַטיק און אַסטראָנאָמיע. לאָמיר פון דעסטוועגען פּרובירען אויסרעכענען, למשל, די ווייטקייט פון יופּיטער אויף דעם גרונד פון קעפּלער'ס דריטען געזעץ. לאָמיר אָננעהמען, אַז אונז איז בעקאַנט די ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער זון (ווי אַזוי מען קען עס אויס־מעסטען, איז ערקלערט אין קאַפּיטעל 29), נור מיר ווייסען נאָך ניט ווי ווייט די פּלאַנעט יופּיטער איז פון דער זון. ווי לאַנג עס נעהמט דיזער פּלאַנעט צו מאַכען אַ קרייז אויף דעם הימעל, דאָס איז שוין דאָך בעקאַנט געווען אין גרוי־אַלטע צייטען. דאָס נעהמט 11 און 86־הונדערטלעך ערדישע יאָהרען. אַ סקוועער פון דיזער צייט איז 140.66, און דאָס דאַרף זיין ווי דער קוב פון יופּיטער'ס ווייטקייט.

אום אויסצוגעפינען דיזע ווייטקייט בלייבט אונז, אַלזאָ, אויסצו־רעכענען די צאָהל, וואָס ווען מען מולטיפּליצירט איהר צוויי מאָל אויף זיך זעלבסט, בעקומט מען 140.66. אַזאַ רעכנונג קען מאַכען אַ שילער

פון אַ פּאָלקס־שול. עס זיינען אויך פאַראַן רעכנונגס־מאַשינען, וואָס ענטפערען אויף אַזעלכע אַריטהמעטישע פראַגען. מיר וועלען אייך אָבער פערשפּאָרען די צייט און וועלען אייך אונטערזאָגען, אַז די דאָזיגע צאָהל איז אונגעפעהר 5 מיט 2־צעהנטלעד. אַלזאָ, יופּיטער׳ס ווייט־קייט פון דער זון דאַרף זיין, לויט קעפּלער׳ס דריטען געזעץ, 5 און 2־צעהנטלעד מאָל מעהר פאַר דער ערד׳ס ווייטקייט פון דער זון, און אַזוי ווי מיר זיינען דאָך, ווי מיר וויסען עס שוין פון פאָריגע קאַפּיטלעך, אונגעפעהר 149 מיליאָן קילאָמעטער ערווייטערט פון דער זון, בלייבט אונז נאָר צו כפל׳ען דיזע צאָהל אויף 5.2, אום צו בעשטי־מען די געזוכטע ווייטקייט פון יופּיטער אין קילאָמעטערס.

ניוטאָן׳ס געזעץ פון גראַוויטאַציאָן.

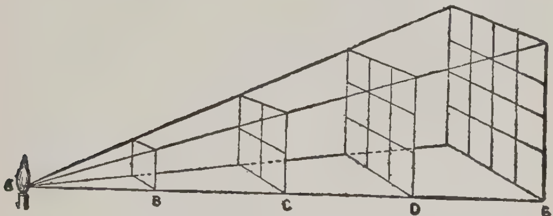
נעכדענקענדיג אַלץ וועגען קעפּלער׳ס געזעצע און זוכענדיג אַן ערקלערונג, פאַר וואָס דאָס איז אַזוי, איז עס ניוטאָן געקומען צו דער ענטדעקונג פון דעם געזעץ פון גראַוויטאַציאָן, וועלכער לויטעט אין אַלגעמיין אַזוי:

יעדער טהייל שטאָף אין דער וועלט ציהט צו יעדען אַנדערען טהייל מיט אַ קראַפט, וואָס איז גלייך־פּראָפּאָרציאָנעל צו זייערע מאַסען און פערקעהרט־פּראָפּאָרציאָנעל צו די סקווערס פון די ווייטקייטען, וועלכע שיידען זיי אָפּ.

לאָמיר זיך דאָ ווידער ניט שרעקען פאַר מאַטעמאַטישע אויס־דריקע. דאָס איז גאַנץ איינפאַך. יעדער איינער וויים, אַז די שווער־קייט פון אַ זאַך איז פּראָפּאָרציאָנעל צו איהר מאַסע. למשל, אַ גרעס־סערע שטיק אייזען וועגט מעהר פאַר אַ קלענערע. די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד בלייבט דאָך די זעלבע, נעמליך: פּראָפּאָרציאָנעל צו איהר איינענער מאַסע, וועלכע אַסטראָנאָמען האָבען גאַנץ גענוי אָבגעוואָגען, ווי מיר וועלען עס זעהען אין נעקסטען קאַפּיטעל. אָבער פון צוויי אונגלייכע שטיקער אייזען, וועט שטאַרקער צוגעצויגען ווערען די גרעסערע, ווי מיר דערגעהען עס דורך אַזאַ איינ־פאַכען עקספּערימענט, ווי אַרויפלייגען זיי אויף אַ וואָג־שאָל.

שטעלט זיך אָבער פאַר, אַז איין זאַך וועגט מען אויף פערשיע־

דענע ווייטקייטען פון דער ערד, לאָמיר זאָגען אויף הויכ־קייטען פון 2, 3, 4, א. ז. וו. קילאָמעטער. דאַן וועט מען אויסגעפינען, אַז איהר געוויכט ווערט אַלץ קלענער, וואָס העכער זי ווערט אַרויפגעשלעפּט אָדער, מיט אנדערע ווערטער, וואָס מעהר זי ווערט ערווייטערט פון דער ערד. ווי געלעהרטע האָבען עס טאַקע בעשטימט נאָך פיעלע פּראָבעס, וועט די דאָזיגע געוויכט־פערקלענערונג זיין אין פּראָפּאָרציע צו די סקווערס פון דיזע צאָהלען, נעמליך ווי 4, 9, 16, א. ז. וו. אַ קערפּער וואָס איז 2 מאָל ווייטער, ווערט צוגעצויגען 4 מאָל ווֶעניגער; אַ קערפּער וואָס איז 3 מאָל ווייטער, ווערט צוגעצויגען 9 מאָל ווענינער, און אַזוי אַלץ שוואַכער לויט די סקווערס פון די צאָהלען פון די ערווייטערונגען פון די קערפּערס.



צייכנונג 108.—ווי אַ זאַך ווערט שוואַכער בעלויכטען אין פּראָפּאָרציע צו די סקווערס פון איהר ווייטקייט פון דעם שיינענדען קערפּער.

למשל, די ערד ציהט צו זיך די לבנה מיט אַ געוויסער קראַפט, נעמליך: מיט דער קראַפט לויט איהר מאַסע. ווען עס וואָלט געטראָפען אַזאַ איבערקעהרעניש, אַז די לבנה וואָלט אַוועקגעטראָגען געוואָרען 3 מאָל ווייטער, וואָלט שוין די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד געווירקט אויף איהר 9 מאָל שוואַכער.

די פאָלגענדע צייכנונג וועט עס נאָך קלאָרער מאַכען. יעדער איינער ווייס, אַז וואָס ווייטער מען געפינט זיך פון אַ שיינענדען קערפּער, אַלץ שוואַכער זעהט מען זיין אָפּשיין. דורך מעסטונגען און פּראָבעס האָט מען אויסגעפונען, אַז די דאָזיגע אָפּשוואַכונג איז פּראָפּאָרציאָנעל ניט בלויז צו די איינפאַכע ווייטקייטען, נור צו די סקווערס פון דיזע ווייטקייטען. אָט למשל, ווען אַ זאַך געפינט זיך 2, 3, 4, 5 א. ז. וו. מאָל ווייטער פון אַ ליכט, ווערט זי בע־

ליכטעון 4, 9, 16, 25 א. ז. וו. מאָל װ ו ע נ י ג ע ר, אַט ווי דאָס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 108.

דער עקראַן אָדער די וועגטעל אין דעם אָרט C, וואָס איז 2 מאָל ווייטער פון דער ליכט פאַר דעם אָרט B, איז 4 מאָל גרעסער פאַר דעם עקראַן אין B. אין דעם אָרט D איז דער עקראַן 9 מאָל און אין דעם אָרט E איז דער עקראַן 16 מאָל גרעסער פאַר דעם עקראַן אין B. אַלזאָ, אַן אָבערפלעך אַזוי גרויס ווי די וועגטעל אין B בע־קומט אַ פ ע ר ט ע ל פון דער ליכט'ס שיין אין C, אַ נ י י נ ט ע ל אין D און אַ ז ע כ צ ע ה נ ט ע ל אין E. און אַזוי אַלץ װ ו ע־נ י ג ע ר אין פּראָפּאָרציע צו די ס ק װ ו ע ר ע ן פון די ווייטקיי־טען 5, 6, 7, א. ז. וו., ווען מיר זאָלען ווייטער ציהען די ליניעס אויף דיזער צייכנונג, וועלכע שטעלען פאַר די שטראַהלען פון דער ליכט אין אַ געוויסער ריכטונג.

פאַר וואָס די צוציהונגס־קראַפט ווירקט דוקא אַזוי און ניט אַנ־דערס, דאָס איז פאַר אונז אַזאַ געהיימנים, ווי די דאָזיגע קראַפט גופא. מיר ווייסען נור, אַז אַט אַזוי זיינען די ר ע ז ו ל ט א ט ע ן פון דיזער קראַפט, ווי ניוטאָן האָט עס דער ערשטער בעוויזען און ווי דאָס ווערט בעשטימט דורך אַלע פיזישע בעוועגונגען אויף דער ערד און דורך די בעוועגונגען פון אַלע פּלאַנעטען מיט אַלע זייערע לבנות.

* * *

מיט דער צוציהונגס־קראַפט אַליין קען מען נאָך אָבער ניט ערקלערען, ווארום די פּלאַנעטען טראָגען זיך אַלץ אויף בעשטימטע אָרביטען. אויב בלויז דיזע קראַפט וואָלט עקזיסטירט, וואָלט די לבנה שוין ווער ווייסט מיט ווי פיעל מיליאָנען יאָהרען צוריק טאקע אַרויפ־געפאַלען אויף דער ערד, אוןביידע וואָלטען אַרויפגעפאַלען אויף דער זון.

מיר מוזען דארום אָננעהמען, אַז עס איז פאַראַן נ אָ ך אַ ק ר אַ פ ט, וועלכע ווירקט ג ע ג ע ן די צוציהונגס־קראַפט און וועלכע האַלט אַזוי די פּלאַנעטען אויף ג ע װ י ס ע װ י י ט ק י י־ט ע ן פון דער זון און די לבנות אויף געוויסע ווייטקייטען פון די פּלאַנעטען.

דיזע קראַפט איז עס דער ע ר ש ט ע ר ש ט ו י ס, וואָס דיזע

הימלישע קערפּערס האָבען געקראָגען אין אַ געוויסער ריכטונג. דאָס איז, זאָ צו זאָגען, דער א י מ פּ ע ט , מיט וועלכען זיי וואָלטען אַלץ געפלויגען אויף אַ ג ל י י כ ע ר ליניע, ווי אַ שנור, אין דעם וועלט־רוים. נור דורך די צוציהונגס־קראַפט פ ע ר ק י ר ע ו ו ע ן זיי זיך אַלץ, אָדער קריכען אראָפּ פון זייער גלייכען וועג אין יעדער רגע, זאָ דאָס דער רעזולטאַט דערפון איז אַ ק ר ו מ ע ליניע, לויט דעם מע־כאַנישען געזעץ פון אַ פּ אַ ר אַ ל ע ל אָ ג ר אַ ם פֿ ו ן ק ר ע פ ט ע , וועגען וועלכען עס איז שוין אויסגעקומען צו ריידען אין קאַפּיטעל 41.

פון וואַנען עס איז געקומען דער ערשטער שטויס פון די פּלאַ־נעטען, דאָס איז פאַר אונז אַזאַ געהיימנים, ווי די עקזיסטענץ פון דער גאַנצער נאַטור. אָט אַזוי איז עס, בלייבט צו זאָגען; נור ווי אַזוי מיר קענען אויסגעפינען און א ו י ס ר ע כ ע נ ע ן ד י ר ע ז ו ל־ ט אַ ט ע ן דערפון אין צוזאַמענהאַנג מיט דער צוציהונגס־קראַפט, דאָס וועט איבערגעגעבען ווערען אין נעקסטען קאַפּיטעל.

קאַפּיטעל 45.

פאַר וואָס די וועגען פון די פּלאַנעטען און פון דער לבנה זיינען קיילעכדיגע.

ווען מען שליידערט אַ שטיין, מאַכט ער דורך אויף זיין וועג אַ קרומע אָדער געבויגענע ליניע, ביז ער פאַלט אַניעדער. דאָס האָט גע־ווים יעדער איינער בעמערקט. מיט וואָס פאַר אַ שטאַרקערע קראַפט מען דערלאַנגט אַ וואָרף אַ שטיין, אַלץ מ ע ה ר צ י י ט דויערט עס, ביז ער פאַלט ערגעץ און קומט אַזוי צוריק אין דעם צ ו ש ט אַ נ ד פ ו ן ר ו ה ע , אין וועלכען ער האָט זיך געפונען, איידער מען האָט איהם געבראַכט א י ן ב ע ו ו ע ג ו נ ג דורך אירגענד וועלכע קראַפט.

בעזאָנדערס בעמערקבאַר איז די ק ר ו מ ע ל י נ י ע פון אַ געשליידערטען קערפּער, ווען מען טרייבט וואַסער דורך אַ רעהר, אָט ווי למשל בשעת מען לעשט אַ בראַנד אָדער מען בעשפּריצט אַ גאַס. אַ געוויסען מאָמענט טראָגט זיך פון אַזאַ רעהר דער וואַסער־שטראָם

אין אַ גלייך־ליניע'דיגער ריכטונג און נאָכהער פּ ע ר ק י ר ע ו ו ע ט ער אַלץ מעהר, ביז ער פאַלט שליסליך צו דער ערד.

אַזוי איז עס אויך מיט די קוילען, וואָס פליהען פון ביקסען און קאַנאָנען. וואָס ווייטער מען וויל טרעפען אין ציעל, מוז מען ניט נור געברויכען אַ גרעסערע שטויס־קראַפט דורך פּולווער אָדער דורך אַנדערע עקספּלאָדירענדע שטאָפען, זאָנדערן מען דאַרף אויך אַנשטעלען די קאַנאָנע אויף אַ ה ע כ ע ר ע ן, גענויער גערעדט, ג ר ע ס ע ר ע ן ו ו י נ ק ע ל, כדי עס זאָל נעהמען לענגער, ביז די קויל וועט אַניעדערפאַלען. אין דעם בעשטעהט אייגענטליך די הויפּט־קונסט פון אַרטילעריע, און עס איז פאַראַן אַ בעזונדערע וויסענשאַפט, גענאַנט ב אַ־ ל י ס ט י ק, וועלכע בעשעפטיגט זיך מיט אַזעלכע אויסרעכנונגען.

פאַר וואָס אָבער איז דאָס אַזוי? פון וואַנען שטאַמט עס די ק ר ו מ ע ל י נ י ע ביים פאַלען פון אַ געשליידערטען קערפּער? דער ענטפער דערויף איז, וואָס אין יעדען מאָמענט ווירקען אויף אַזאַ קערפּער צ ו ו י י ק ר ע פ ט ע: 1) די קראַפט, מיט וועלכער מען דערלאַנגט איהם אַ וואָרף, אַ שטויס, אַ טרייב און וואָס ברענגט איהם אין בעוועגונג; 2) די קראַפט פון גראַוויטאַציאָן, וועלכע הערט ניט אויף צו ווירקען אויף איהם, אין וואָס פאַר אַ פּאָזיציע ער זאָל זיך ניט געפינען. און ווען צוויי קרעפטע ווירקען אונטער אַ געוויסען ווינקעל אויף אַ זאַך, מוז זי זיך בעוועגען א י ן א ר י כ ט ו נ ג צ ו ו י ש ע ן ז י י, ווי דאָס איז שוין ערקלערט געוואָרען אין פאָריגע קאַפּיטלעך. דאָס איז אַ מעכאַנישער געזעץ, וואָס מען רופט „פּאַראַלעלאָגראַם פון קרעפטע".

אָט, לאָמיר זאָגען, אַז מען דערלאַנגט אַ וואָרף אַ שטיין מיט אַ געוויסער קראַפט אַזוי, אַז זיין ריכטונג זאָל זיין פּ אַ ר אַ ל ע ל צו דער אָבערפלעך פון דער ערד, אָדער זאָל זיין ווי מען זאָגט עס געוועהנליך, ה אָ ר י ז אָ נ ט אַ ל. די ערד הערט דאָך קיין מאָל ניט אויף צו ציהען זאַכען צו איהר צענטער מיט אַ בעשטימטער קראַפט; וועט דער שטיין מוזען אַלץ אָ פּ ו ו י י כ ע ן אין יעדער רגע פון זיין האָריזאָנטאַלער ריכטונג, און דורך דעם וועט ער זיך שוין מוזען טראָגען אויף אַ געוויסער ק ר ו מ ע ר ליניע. די ריכטונג פון דעם שטיין וועט זיך אַזוי ב י י ט ע ן אין יעדען מאָמענט צווישען זיין אורשפּרינג־

ליכען האָריזאָנטאַלען וועג און דעם ווערטיקאַלען וועג פון דער גראַוויטאַציאָן.

עס לאָזט זיך לייכט פערשטעהן, אַז דער רעזולטאַט דערפון מוז זיין אַ געוויסער קרומער אָדער קיילעכדיגער וועג; אָבער מען דאַרף לערנען מאַטעמאַטיק און מעכאַניק, אום צו וויסען, וואָס פאַר אַ פאָרם אַזאַ וועג קען האָבען אונטער פערשיעדענע בעדינגונגען און ווי אַזוי אויסצורעכענען און אויסצומעסטען די קרומע ליניעס, וועלכע בילדען זיך דערביי.

אייגענטליך וואָלט אַ קערפּער אַלץ זיך געטראָגען אין אַ גלייכער ליניע נאָך אַ שטויס, ווען ניט די צוציהונגס־קראַפט. אַזוי ווי עס איז ניטאָ אָן אורזאַך פאַר וואָס אַ קערפּער, וואָס ליגט אויף אַ געוויסען אָרט, זאָל פון זיך זעלבסט, אָהן שום זייטיגע קראַפט, אָנפאַנגען צו בעוועגען זיך, אַזוי איז ניטאָ אָן אורזאַך, פאַר וואָס אַ קערפּער, וואָס איז איין מאָל געבראַכט געוואָרען אין בעוועגונג דורך אַ שטויס און בכלל דורך אַ זייטיגע קראַפט, זאָל פון זיך זעלבסט זיך אָבשטעלען. דאָס איז דער נאַטור־געזעץ וואָס מען רופט אין פיזיק אינערציע. אַזוי איז די טבע פון זאַכען.

אַז זאַכען, למשל שטיינער, קענען ליגען אייביג אויף איין אָרט, ווי באַלד מען ריהרט זיי ניט, דאָס ווייס און פערשטעהט יעדער איינער. אָבער פערקעהרט, ווען מען זאָגט, אַז די זעלבע זאַכען קענען זיך אויך בעוועגען אייביג, ווען זיי קריגען אַ שטויס מיט אירגענד וועלכער קראַפט אין אירגענד וועלכער ריכטונג — דאָס איז גאָר ניט לייכט צו פערשטעהן אפילו ווען מען לערענט עס אין פיזיק, ווייל אין דער ווירקליכקייט זעהען מיר דאָך אויף יעדען שריט עפּעס גאַנץ אַנדערס.

אָט, צום ביישפּיעל, ווען מען זאָל אַ שטויס טאָן אַ ביליאַרד־קוגעל אויף אַ גאַנץ גלאַטען אָרט, וועט ער שליסליך דאָך אויפהערען צו קייקלען זיך. דאָס איז אָבער דעריבער, ווייל עס קומען פאַר רייבונגען אויף'ן וועג. די לופט שטערט דאָ גאַנץ שטאַרק, ווי לייכט זי איז ניט. ווען עס וואָלט אונז מעגליך געווען אַ שליידער צו טאָן אַ זאַך אויסערהאַלב די לופט, וועלכע רינגעלט אונז אַרום, און אַזוי, אַז עס זאָלען איבערהויפּט קיינע רייבונגען ניט פאָרקומען און די צוציהונגס־קראַפט זאָל אויך ניט ווירקען, וואָלט זי טאַקע זיך

בעוועגט אַזוי ווי ניוטאָן האָט עס פאָרמולירט אין זיין ערשטען געזעץ וועגען בעוועגונג, נעמליך:

א קערפּער, וועלכער ווערט איין מאָל געזעצט אין בעוועגונג און אויף וועלכען עס ווירקט ניט קיין אַנדער קראַפט, וועט זיך אייביג טראָגען אין אַ גלייכער ליניע און מיט אַ רעגעלמעסיגער שנעלקייט.

די פּלאַנעטען טראָגען זיך טאַקע אַלץ ארום דער זון מיט דער קראַפט, וועלכע זיי האָבען געקראָגען אין אַנפאַנג, אַט ווען זיי האָבען געקראָגען דעם ערשטען שטויס אין אַ בעשטימטער ריכטונג, און אַזוי טראָגט זיך אויך די לבנה ארום דער ערד.

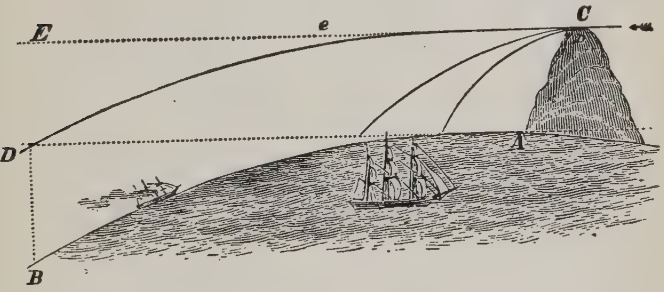
דורך די צוציהונגס־קראַפט ווערען זיי, ווי געזאָגט, אַראָפּגעפיהרט פון זייערע גלייכע וועגען אין אַ קייל־עכדיגען. אַלס ביישפּיעל וועלען מיר דאָ ברענגען די בעוועגונג פון דער לבנה ארום דער ערד און אַלס אילוסטראַציע זאָל אונז דיענען די צייכנונג 109.

די קראַפט, מיט וועלכער די ערד ציהט זאַכען צו זיך, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, מיט וועלכער זיי פאַלען צו דער ערד, איז שוין אויסגעמאָסטען געוואָרען פון גאַלילעאַ. ער האָט עס אויסגעפונען דורך פּראָבעס אויף אַזאַ איינפאַכער זאַך, ווי אַ צוגעבויגענע וועגטעל (אָט למשל אַ ברעט געשטעלט באַרג־אַראָפּ), אונטער פערשיעדענע ווינקלען, אַז די שנעלקייט, מיט וועלכער אַ קערפּער פאַלט צו דער ערד, וואַקסט אַלץ אין אַ בעשטימטער פּראָפּאָרציע אין פערלויף פון אַ געוויסער צייט, לאָמיר זאָגען אין אַ סעקונדע. דער דאָזיגער צוּוואַקס, וואָס איז נאָכהער פּינקטליך אויסגעמאָסטען געוואָרען מיט פערשיעדענע אינסטרומענטען, ספּעציעל מיט אַ פּערפּענדיקעל, ווערט גערופען אַקסעלעראַציאָן, וואָס עס מיינט פּשוט: פערשנעלערונג.

מען האָט נעמליך אויסגעמאָסטען, אַז ווען מען לאָזט אַ קערפּער, למשל אַ שטיין, פאַלען ווערטיקאַל, פאַלט ער אַרונטער די ערשטע סעקונדע 4 מעטער און 90 סענטימעטער (דאָס איז אונגעפעהר 16 פוס). נור מיט יעדער ווייטערער סעקונדע ווערט די שנעלקייט פון דעם פאַלענדען שטיין אַלץ אַקסעלערירט אין אַ בעשטימטער מאָס, נעמליך: מיט 32 פוס דורכשניטליך.

קורץ, דער געזעץ פון פאלענדע קערפערס איז אזוי: די ערשטע סעקונדע פאלען זיי 16 פוס, די 2טע סעקונדע—דריי מאל אזוי פיעל, די 3טע סעקונדע — פינף מאל אזוי פיעל, א. ז. וו.

דאס זעלבע איז אויך, ווען מען שליידערט א קערפער ה א ר י־ ז א נ ט א ל, למשל ווען מען שיסט פון א הארמאט: די קויל וועט די ערשטע סעקונדע זיך אליין ארונטערלאזען אויף 16 פוס, די צווייטע סעקונדע — 3 מאל אזוי פיעל, די דריטע סעקונדע — 5 מאל אזוי פיעל, א. ז. וו., פונקט ווי מען וואלט איהר געלאזט פאלען פון א הויכקייט מיט איהר אייגענעם געוויכט.



ציינונג 109.—א פארשטעלונג ווי די לבנה פאלט צו דער ערד.

יעצט לאמיר זיך צוקוקען צו דער ציינונג 109. דער געשטריכעל־טער טהייל פון A ביז B שטעלט פאר א טהייל פון א ים. די גע־פינטעלטע ליניע AD שטעלט פאר די האריזאנטאלע ריכטונג, וואס א בעאבאכטער וואלט געזעהען דורך א טעלעסקאפ אין א האריזאנ־טאלער פאזיציע צום ארט A. אזוי ווי די ערד איז קיילעכדיג, וועט א שווימענדע שיף, למשל, זיך געפינען אין א געוויסער צייט ארום א ו נ ט ע ר דער דאזיגער האריזאנטאלער ליניע. די קיילעכדיגקייט פון דער ערד איז דאך בעקאנט, און מען ווייס אויך, לויט מעסטונגען, אז די דאזיגע, זא צו זאגען, ארונטערלאזונג איז אונגעפעהר 8 צאלל נאך א רייזע פון 1 מייל, 24 צאלל מעהר נאך א רייזע פון 2 מייל, און א. ז. וו.

אבפאהרענדיג 5 מייל מיט דער שיף, וועט מען זיך געפינען 16 פוס אונטער דער האריזאנטאלער ליניע AD. אט ווען די שיף, וואס

איז ארויסגעפּאָהרען פון A, וועט צוקומען צו B, וועט זי זיך גע־פינען אונטער דעם פּריהערען האָריזאָנט (ווי דאָס ציינגט די געפּינטעלטע ליניע AD) אַזוי פיעל, ווי די לענג פון דער געפּינטעלטער ליניע BD.

לאָמיר זיך ווייטער פאָרשטעלען, אַז דער פּונקט C איז דער שפּיץ פון אַ בארג און אַז דאָרטען געפינט זיך אַ קאַנאָנע, פון וועלכער מען שיסט אויס אַ קויל אין דער האָריזאָנטאַלער ריכטונג פון דער געפּינטעלטער ליניע CE (זי איז פּאַראַלעל צו דער ליניע AD) מיט אַזאַ קראַפט, אַז זי וועט פליהען 5 מייל אַ סעקונדע און דערביי גאָר ניט געשטערט ווערען פון דער לופט.

נון, אין דער ערשטער סעקונדע, בשעת די קויל וועט דורכלויפען 5 מייל, וועט זי דאָך אַרונטערלאָזען זיך 16 פוס לויט דער צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד. ווען מיר וועלען אָננעהמען, אַז פון C ביז'ן פּונקט e איז 5 מייל, וועט זיך די קויל געפינען 16 פוס אונטער דעם דאָזיגען פּונקט e נאָך דער ערשטער סעקונדע פון איהר פליהענס. אָבער אויף דער ווייטקייט פון 5 מייל לאָזט זיך דאָך אויך אַרונטער דער האָריזאָנט אויף 16 פוס צוליעב דער קיילעכדיגקייט פון דער ערד, ווי דאָס איז אויבען אָנגעגעבען געוואָרען. און דאָס מיינט, אַז די קויל איז דאָן ניט נעהענטער צו דער ערד, ווי אין דעם מאָמענט בשעת מען האָט איהר אויסגעשאָסען פון האַרמאַט.

אין דער צווייטער סעקונדע, וועהרענד די קויל וואָלט צוגעקומען צום פּונקט E, אויב די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד וואָלט אויף איהר ניט געווירקט, וועט זי דאָך שוין אַרונטערלאָזען זיך 3 מאָל אַזוי פיעל ווי אין דער ערשטער סעקונדע. די קויל וועט זיך דאַן, אַלזאָ, גע־פינען צוזאַמען 64 פוס (נעמליך: 16 נאָך דער ערשטער סעקונדע און 48 נאָך דער צווייטער סעקונדע) אונטער דער האָריזאָנטאַלער ליניע פון C ביז E, און דאָס איז דער פּונקט D, וואו די קרומע ליניע CD ענדיגט זיך אויף אונזער צייכנונג. אָבער בשעת די קויל וועט דורכ־פליהען די 5 מייל אין דער צווייטער סעקונדע און וועט אָנקומען אין פּונקט D, וועט אויך דער טהייל פון דער קרומער ליניע פון דער ערד'ס אָבערפלעך, נעמליך: די געבויגענע ליניע AB אויך זיך אַרונטערלאָ־זען אַזוי פיעל, אָט ווי די ליניע DB, וועלכע איז אויך 64 פוס לאַנג, ווי אויבען געזאָגט.

דארום וועט די קויל אַלץ נ י ט צ ו ק ו מ ע ן נ ע ה ע נ ט ע ר צו דער ערד, ווי אין אָנפאַנג, בשעת מען האָט איהר מיט 2 סעקונדען פריהער אַ שאָס געטאָן פון דעם פּונקט C אויפ'ן בארג. זי איז טאַקע ארונטערגעפאַלען 64 פוס, אָבער אַזוי פיעל האָט זיך אויך די אָבערפלעך פון דער ערד ארונטערגעלאָזען.

און ווען מיר זאָלען זיך פאָרשטעלען, אַז די קויל פליהט אַלץ ווייטער מיט איהר אורשפּרונגליכען אימפּעט, אָדער מ אָ מ ע נ ט ו ם, ווי מען זאָגט עס אויפ'ן מעכאנישען לשון, און בעגעגענט אַלץ קיין ווידערשטאַנד ניט פון דער לופט און קיינע רייבונגען איבערהויפּט, און פאַלט אין יעדער נעקסטער סעקונדע גראַדע אַזוי פיעל, ווי די געבויגענקייט פון דער ערד'ס אָבערפלעך נאָך יעדע פינף מייל ווייטער פון דעם אויסגאַנגס־פּונקט, איז עס דאָך קלאָר, אַז זי וועט זיך אַזוי אַלץ ד ר ע ה ע ן אַ ר ו ם ד ע ר ע ר ד און וועט קיין מאָל ניט אַניעדערפאַלען אויף איהר אָבערפלעך.

די צייט פון אַזאַ ארומדרעהנעס, ביז די קויל וועט קומען צוריק צום פּונקט C, פון וואַנען זי איז אַרויס מיט אַ מאָמענטום פון 5 מייל פער סעקונדע, וועט דויערען 1 שטונדע מיט 24 מינוט, ווי מאַטעמאַטיקער האָבען עס אויסגערעכענט.

אַזאַ קויל, ווי גרויס זי זאָל ניט זיין, וואָלט דאַן געוואָרען אַ ב ע ג ל י י ט ע ר י ן פון דער ערד, אַ ז ו י ו ו י ד י ל ב נ ה, און וואָלט אַלץ געמאַכט קרייזען אויפ'ן הימעל אין פעריאָדען פון קנאַפּע אָנדערהאַלבען שטונדען.

דער אונטערשיעד איז נור, וואָס די לבנה געפינט זיך פיעל ווייטער פון דער ערד ווי אַזאַ קויל, און דאַרום בעוועגט זי זיך אויך פיעל לאַנגזאַמער. די צוציהונגס־קראַפט ווירקט דאָך אַלץ שוואַכער לויט די ס ק ו ו ע ר ס פ ו ן ד י ו ו י י ט ק י י ט ע ן, ווי דאָס איז שוין ערקלערט געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל. דורכשניטליך איז די לבנה 60 מאָל אַזוי ווייט פון דער ערד, ווי די ווייטקייט פון דער ערד'ס אָבערפלעך ביז איהר צענטער, אָדער דער ראַדיוס פון ערד־קוגעל. די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד אויף דער לבנה מוז דאַרום זיין שוואַכער אַזוי ווי דער סקווער פון 60, און דאָס איז 3600.

אום אויסצורעכענען, ווי פיעל דאָס איז אייגענטליך, בלייבט צו צוטהיילען 4 מעטער און 90 סענטימעטער, ווי פיעל אַ זאַך פאַלט אויף

דער ערד אין דער ערשטער סעקונדע (ווי אויבען אנגעגעבען), אויף 3600. נאָך אַזאַ חילוק וועלען מיר אויסגעפינען, אַז אין אַ סעקונדע פאַלט די לבנה צו דער ערד אויף 1 און 353־טויזענדלעך מילימעטער.

ווען מיר זאָלען קענען אויפהויבען אַ שטיין אַזוי הויך, ווי ווייט די לבנה איז פון אונז, און איהם לאָזען פאַלען, וואָלט ער זיך אַרונטער־געלאָזען די ערשטע סעקונדע בלויז אויף 1,353 מילימעטער. מיט אַנ־דערע ווערטער הייסט עס, אַז זיין שווערקייט וואָלט דאָרטען געווען מיט 3600 (60מאָל 60) מאָל ק ל ע נ ע ר, ווי אויף דער ערד. און אַז מען וואָלט אַ שליידער געטאָן אַ שטיין אָדער אירגענד וועלכען קערפּער פון אַזאַ ווייטקייט פון דער ערד און מיט אַזאַ קראַפט, ווי די לבנה האָט אָנפאַנגס געקראָגען, וואָלט ער זיך אויך בעוואָגען אַזוי ווי די לבנה.

צו דער צייט, ווען ניוטאָן האָט געמאַכט די ערשטע פּראָבע צו פערגלייכען די שווערקייט אויף דער ערד מיט דער קראַפט, וועלכע האַלט די לבנה אויף איהר אָרביט — און דאָס איז געווען אין יאָהר 1665 — איז נאָך דער דיאַמעטער פון דער ערד ניט געווען אויסגע־מאָסטען מיט גענויגענדער פּינקטליכקייט. ער האָט דאַן אָנגענומען, אַז דיזער דיאַמעטער איז 7000 מייל לאַנג, און דאַרום האָבען די רע־זולטאַטען פון זיינע רעכנונגען ניט געשטימט מיט די בעאָבאַכטונגען וועגען די בעוועגונגען פון דער לבנה און צוילעב דעם האָט ער אויפ־געגעבען דיזע אויסרעכנונגען. אָבער מיט 16 יאָהר שפּעטער, ווען איהם זיינען בעקאַנט געוואָרען די רעזולטאַטען פון די נייע און מעהר פּינקטליכע אויסמעסטונגען פון דעם פראַנצויזישען אַסטראָנאָם פּ י־ק אַ ר, האָט ער זיך ווידער אַ נעהם געטאָן צו זיינע אונטערבראָכענע רעכנונגען.

מען דערצעהלט, דאָס בשעת ער האָט דערפיהלט, אַז דיזעס מאָל וועט ער קומען צו אַ ריכטיגען שלוס, איז ער אַזוי אויפגערעגט גע־וואָרען, אַז ער האָט מעהר ניט געקענט פאָרטזעצען און האָט געמוזט בעטען איינעם פון זיינע פריינד צו ענדיגען די אויסרעכנונג.

דאַן זיינען עס זיינע השערות וועגען די אַלוועלטליכע אַטראַקציאָן בעשטעטיגט געוואָרען מ אַ ט ע מ אַ ט י ש, און אַזוי האָט ער אויסגעפונען די פונדאַמענטאַלע געזעצע, וועלכע טראָגען זיין נאָמען,

און אזוי וויסענשאפטליך ערקלערט די גרויסע רעטענעס, פאר וואס די לבנה פאלט ניט אניעדער אויף דער ערד און פאר וואס די פלא־נעטען בעוועגען זיך אויף בעשטימטע ארביטען.

קאפיטעל 46.

ווי מען וועגט די לבנה, די זון און די פלאנעטען.

לאמיר יעצט זעהען, ווי אזוי אסטראנאמען קענען אויך א פ־וועגען די לבנה, די פלאנעטען און די זון.

מען דארף גאר קיין געאמעטריע ניט לערנען, אום צו פערשטעהן, אז קוגלען פון איין און דעם זעלבען שטאף, למשל פון אייזען, וועגען אלץ מעהר, וואס גרעסער עס זיינען זייערע דיאמעטערס, אדער מיט אנדערע ווערטער, וואס גרעסער עס זיינען זייערע וואליומס (אומפאנג). מען קען דארום אויך וויסען די וואג פון א ריעזיגען קוגעל, עס מאכט גאר ניט אוים ווי לאנג זיין דיאמעטער זאל זיין, ווי באלד מען האט פריהער אפגעוואגען א קליינען קוגעל פון דעם זעלבען שטאף און מען האט אויך אויסגעפונען די פראפארציע פון זייערע דיאמעטערס. אזעלכע אויסרעכנונגען קען מאכען יעדער שילער פון עלעמענטארע געאמעטריע און אויך אזעלכער, וואס קען אביסעל אריטהמעטיק, ווי באלד מען מאכט איהם נור בעקאנט מיט געוויסע געאמעטרישע פארמולעס, אדער נאך איינפאכער, ווען מען ציינט איהם, ווי אזוי צו בענוצען זיך מיט געוויסע טאבעלען, וואס מאטעמאטיקער שטעלען צוזאמען.

ווייטער איז עס אויך זעלבסטפערשטענדליך, אז צוויי קוגלען מיט א גלייכען דיאמעטער, נור פון פערשיעדענע שטאפען, קענען ניט האבען א גלייכע וואג, אויב זייער דענסיטעט אדער פשוט גע־דיכטקייט איז ניט גלייך. מען דארף דאך קיינעם ניט אונטער־זאגען, אז א בלייענע קויל, צום ביישפיעל, וועגט מעהר פאר א הילצערנע מיט א גלייכען דיאמעטער. אום צו בעשטימען, מיט וויפיעל א בלייענע קויל וועגט מעהר פאר א הילצערנע, איז ניט נויטיג דוקא זיי ארויפצולעגען אויף א וואג־שאל, נור עס איז גענוג צו

וויסען, דורך פריהערע מעסטונגען און אָפּוועגונגען פון זייערע שטאָ־פען, דאָס פּערהעלטענים צווישען זייערע דענסיטעטען.

ווען אונזער ערד־קוגעל וואָלט בעשטאַנען פון איין יסוד, אָדער פון ווי פיעל ניט איז יסודות, נור אַזוי רעגעלמעסיג צוזאַ־מענגעשטעלט אין אַלע טהיילען ווי, צום ביישפּיעל, וואַסער אין ים, דאַן וואָלט עס די לייכטעסטע זאַך געווען אויסצורעכענען, ווי פיעל ער וועגט, ווי באַלד מען וואָלט דערגאַנגען, ווי לאַנג עס איז זיין דיאַמעטער. עס וואָלט דאַן גענוג געווען אויסצוקנעטען פון אַ שטי־קעל ערד אַ קייקעלע, וואָס איהר דיאַמעטער זאָל זיין אַפילו קלענער פון אַ צאָלל, און נאָכהער איהר אָפּוועגען און פערגלייכען מיט'ן דיאַמע־טער פון דער גאַנצער ערד.

יעדער איינער וויים דאָך אָבער, ווי פערשיעדענאַרטיג עס זיינען די טהיילען פון דער ערד'ס אָבערפלעך אויך אין וואָג, אין זייער מאַסע, אין זייער דענסיטעט. נור אין גאַנצען גענומען, רעכענענדיג די אָקע־אַנען און די יבשה מיט די בערג, טהאָלען און אַלערליי סאָרטען שטיי־נער צוזאַמען, מוז דאָך די ערד האָבען אַ בעשטימטע דורכשניט־ליכע דענסיטעט. אָט, למשל, ווען מען זאָל צוזאַמענשמעל־צען עטליכע מעטאַלען, ווי אייזען, קופּער, בליי, זילבער, גאָלד, א. ז. וו., וועט דאָך די מאַסע האָבען אַ געוויסע דורכשניטליכע דענסיטעט.

ווי אַזוי קען מען אָבער דערגעהן די דורכשניטליכע דענסיטעט פון דער ערד, וועלכע ענטהאַלט אין זיך אַזוי פיעל פערשיעדענע יסודות און מישונגען, און ווען דערצו נאָך וויים מען כמעט גאָר ניט, וואָס עס געפינט זיך אין איהרע טיעפעניסען?

נאַטור־פאָרשער האָבען אויך געפונען מיטלען אַרויסצוזייסען די־זען סוד ביי דער שטומער נאַטור. אַ פּראָבע צו בעשטימען די דענסי־טעט פון דער ערד איז געמאַכט געוואָרען פון דעם בעריהמטען ענגלי־שען בעמיקער און פיזיקער, לאָרד הענרי קאַווענדיש, אין 1798. ער האָט זיך דערצו בענוצט מיט אַ געוויסער מאַשין צו בעשטי־מען די צוציהונגס־קראַפט פון 2 בלייענע קוגלען, וואָס ער האָט אויפ־געהאַנגען אויף אַ דינעם זיידענען שנירעל. אין איינצעלהייטען וועגען דיזע מאַשין קענען מיר זיך ניט אַריינלאַזען, ווייל ניט נור פאָדערט עס צו־לאַנגע בעשרייבונגען, זאָנדערן אויך פיעל גרעסערע און טיע־פערע קענטניסע אין פיזיק און מעכאַניק, ווי מען קען עס איבערגעבען

אין אַ פּאָפּולער־וויססענשאַפטליכען בוך, בפרט נאָך אין אַזעלכען ווי דיזער, וואָס איז געשריעבען פאַר לעזער, וועלכע קענען בלויז אַביסעל אַריטהמעטיק.

אגב וועלען מיר דאָ נאָך אַמאָל בעמערקען, אַז דער צוועק פון אַזעלכע קאַפּיטלעך, וואו עס רעדט זיך וועגען אַסטראָנאָמישע מעסטונגען און אויסרעכנונגען, איז אייגענטליך אַז דער לעזער זאָל קענען פערשטעהן דעם שכל דערפון, צו צייגען איהם, מיט וואָסערע מיטלען און אויף וועלכע דרכים מען קען דערגעהן אַזעלכע געהיימניסע און ווי אַזוי מען איז זיי טאַקע דערגאַנגען.

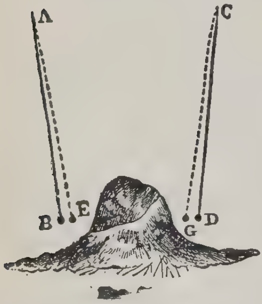
אום צו קענען אַליין מאַכען אַזעלכע מעסטונגען און רעכנונגען, מוז מען זיין אַ טיעפער קענער אין פיזיק, מאַטעמאַטיק און אַסטראָנאָמיע. יעדענפאַלס, ווען מיר וואָלטען געדענקט, אַז מען קען גאָר ניט געבען דעם דורכשניטליכען לעזער אַ בעגריף וועגען אפילו די שווערסטע אויפגאַבען פון דער וויסענשאַפטליכער אַסטראָנאָמיע, וואָלטען מיר זיך אויך בענוגענט מיט די געוועהנליכע בעמערקונגען אין די מייסטע פּאָפּולערע אַסטראָנאָמיעס, אַז אַזוי האָבען עס אַסטראָנאָמען אויסגעפונען, אויסגערעכענט, בעשטימט, א. ז. וו., און אַז די רעזולטאַטען פון זייערע רעכנונגען שטימען מיט דער ווירקליכקייט און גיבען אויך די מעגליכקייט צו פּראָפעצייהען מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט ליקוי חמה׳ס, ליקוי לבנה׳ס, די בעוועגונגען פון פּלאַנעטען, פון דער לבנה, א. ז. וו., ווי דאָס איז געשילדערט געוואָרען אין די פריגע קאַפּיטלעך.

נור טאָמער איז עס פאַר מאַנכע לעזער פּאָרט צו שווער צו פערשטעהן, אָבוואָהל דער פערפאַסער זוכט אַלץ לייכטערע אויסדריקע און איינפאַכערע ערקלערונגען און שטרענגט זיך אָן צו שרייבען וואָס פּאָפּולערער, קענען זיי פּשוט איבערהיפּען די מאַטעמאַטישע שטעלען. דאָס וועט זיי גאָר ניט שטערען צו פערשטעהן אַלע אַנדערע קאַפּיטלעך, די בעשרייבענדע, וועלכע האָבען גאָר ניט צו טאָן מיט חשבונות.

זאָל אָבער דער אויפמערקזאַמער לעזער, וואָס וויל טאַקע עפּעס לערנען אַזוי ווי אַ סטודענט, זיך גאָר ניט שרעקען פאַר די מאַטעמאַטישע שטעלען אין דיזען בוך און זאָל ער זיך ניט פוילען איבערצולעזען זיי נאָך אַמאָל, אויב ער פערשטעהט ניט עפּעס פון ערשטען

בליק, אזוי ווי דאָס טהוען אפילו די גרעסטע פילאָזאָפען און געלעהרטע, ווען זיי שטודירען.

נון, די פּראָבעס וואָס קאַווענדיש האָט געמאַכט מיט זיין באַלאַנ־סירענדע מאשין, זיינען שפּעטער ווידערהאָלט געוואָרען פון אנדערע געלעהרטע, וועלכע האָבען שוין געברויכט אויסגעבעסערטע און מעהר עמפּפינדליכע מאשינען, און די רעזולטאַטען וועגען דער דורכשניטלי־כער דענסיטעט פון דער ערד האָבען גאַנץ נאָהענט געשטימט.



ציינכנונג 110.—אַ מיטעל צו בעשטימען די געדיכט־קייט פון דער ערד.

אַן אַנדער ענגלישער געלעהרטער, דער אַסטראָנאָם מ אַ ס ק ע ל י י ן, האָט זיך דער ערשטער בענוצט צו דיזען צוועק מיט אַזאַ איינפאַכען מיטעל, ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 110. מיר האָבען דאָ פאַר אונזערע אויגען אַ פיגור פון אַ בארג מיט בליישנורען פון צוויי זייטען. געוועהנליך איז דאָך די ריכטונג פון אַ בליי־שנור װ ו ע ר ט י־ק אַ ל. אייגענטליך ווערט די שטיקעל בליי וואָס הענגט אויף אַ שנירעל, געצווי־גען צום צ ע נ ט ע ר פון דער ערד, ווי יעדע זאַך וואָס האָט נור אַ געוויכט. ווען מען האַלט אָבער אַ בליישנור לעבען אַ בארג, לאָזט זיך בעמערקען אַ געוויסע אַ פּ ו ו י י כ ו נ ג פון דער געוועהנליכער ריכטונג צו דער זייט פון בארג, אַט ווי למשל אויף דער צייכנונג 110: דער בליי־שנור BA נעהמט דאָן אַן די פּאָ־זיציע פון פון דער געפינטעלטער ליניע AE, און דער בליי־שנור CD נעהמט אָן די פּאָזיציע פון דער געפינטעלטער ליניע CG.

אַט דורך מעסטונגען פון אַזעלכע אָפּווייכונגען קען מען אויסרע־כענען די דענסיטעט פון דער ערד.

נאָך אַ מיטעל איז דורך בעשטימונגען פון פערקלענערונגען פון געוויכט אויף געוויסע טיעפקייטען אין דער ערד. אַזעלכע עקספּערי־מענטען האָט מען געמאַכט אין איניגע טיעפע קויהלען־גריבער.

מען האָט אָבער אויך מיטלען, ווי צו דערגעהן די ריכטיגע וואָג פון דער ערד, פון דער לבנה, פון דער זון, א. ז. וו., ווען מען ווייס ניט

פריהער זייערע דענסיטעטען. דאָס רעכענט מען אויס אין אַלגעמיינען דורך זייערע געגענזייטיגע אַטראַקציאָנען, ווי דאָס איז שוין בעמערקט געוואָרען אין פאָריגע קאַפּיטלעך.

די וואָג פון דער לבנה, למשל, קען מען אויסרעכענען אויף דעם גרונד פון איהר איינפלוס אויף די ט אַ י ד ס (עבבע און פלוט). ווען מען פאָרשט גרינדליך און מען מעסט די הויכקייטען פון די טאַידס אין פערשיעדענע ערטער און אין פערשיעדענע טעג און מאָנאַטען, ווי דאָס איז בעשריעבען אין דעם קאַפּיטעל 37, קען מען אויך אויסרע־כענען, ווי שטאַרק עס איז די צוציהונגס־קראַפט פון דער לבנה, און דורך דעם ווי פיעל זי וועגט אין גאַנצען.

ווייטער קען מען אויסרעכענען די וואָג פון דער לבנה דורך די ווירקונג פון איהר אַטראַקציאָן אויף געוויסע בעוועגונגען פון דער ערד, מיט וועלכע מיר האָבען זיך בעקענט אין דעם קאַפּיטעל 43.

דער רעזולטאַט פון דיזע אויסרעכנונגען איז אַלץ, אַז די לבנה וועגט אונגעפעהר 81 מ אָ ל ו ו ע נ י ג ע ר פאַר דער ערד.

וואָס אָנבעלאַנגט די וואָג פון דער ערד, קען מען עס אויסרעכע־נען אויף דעם גרונד פון דער צוציהונגס־קראַפט פון דער זון. מען שטיצט זיך דערביי אויף ניוטאָן'ס געזעצע, ווי ביי די אויסרעכנונגען פון דער פּאַלענעס פון דער לבנה דורך די צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד (אָט ווי דאָס איז ערקלערט אין פאָריגען קאַפּיטעל). די מעטהאָ־דען זיינען די זעלבע. די אויסרעכנונגען וועגען די ווייטקייטען, אָרבי־טען, דיאַמעטערס, געוויכטען, א. ז. וו. פון אַלע מיטגליעדער פון דער זונען־סיסטעם זיינען זעהר ענג צוזאַמענגעפלאָכטען. איינס העגגט דערביי אָפּ פון דאָס אַנדערע, ווי דאָס פאָלגט פון קעפּלער'ס און ניו־טאָן'ס געזעצע.

ווי באַלד מען ווייס, ווי ווייט די זון איז פון דער ערד (און ווי אַזוי מען דערגעהט עס, איז ערקלערט געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל 30), קען מען שוין אויסרעכענען די ווירקונג פון דער ערד'ס צוציהונגס־קראַפט אויף אַזאַ ווייטקייט. אויף דעם גרונד פון ניוטאָן'ס געזעץ, דאַרף דאָך דיזע צוציהונגס־קראַפט זיין דאָרטען אַזוי פיעל מאָל ק ל ע נ ע ר, ווי דער ס ק ו ו ע ר פון דיזע ווייטקייט. פון דער זון ביז צו דער ערד איז 23,000 מאָל אַזוי ווייט ווי פון דעם צענטער ביז צו דער אָבערפלעך פון דער ערד. ווען מען מולטיפּליצירט 23,000

אויף 23,000 בעקומט מען 538,240,000 ; און ווען מען צוטהיילט 490 סענטימעטער (ווי פיעל אַ קערפּער פאַלט די ערשטע סעקונדע אויף דער ערד) אויף דיזער סומע, בעקומט מען אונגעפעהר אַ 9-מיליאַנטעל טהייל פון אַ מילימעטער.

אַט אַזוי לאַנגזאַם וואָלט געפאַלען אַ שטיין צו דער ערד אין דער ערשטער סעקונדע, ווען מען וואָלט איהם געקענט טראַנספּאָרטירען אַזוי ווייט, ווי די ערד איז פון דער זון. אָבער ווען מען רעכענט אויס, ווי פיעל די ערד פאַלט צו דער זון, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, ווי פיעל זי לאָזט זיך אַרונטער פון איהר גלייכען וועג אין אַ סעקונדע, געפינט מען, אַז דאָס איז 2 מיט 9-צעהנטלעך מילימעטער. אַלזאָ, די צו־ציהונגס־קראַפט פון דער זון איז אַזוי פיעל מאָל גרעסער פאַר דער צוציהונגס־קראַפט פון דער ערד, ווי פיעל מאָל 2.9 מילימעטער איז גרע־סער פאַר 9-מיליאַנטלעך פון אַ מילימעטער. ווער עס קען אריטהמע־טיק, וועט שוין קענען אויסרעכענען, אַז דער רעזולטאַט פון אַזאַ חילוק איז 324,000 ; און דאָס מיינט, אַז אַזוי **פּיעל מאָל וועגט די זון מעהר פאַר דער ערד.**

שטיצענדיג זיך אויף דיזער אויסרעכנונג, קען מען שוין אויך בעשטימען, ווי פיעל מאָל אַ זאַך דאַרף זיין **שווערער** אויף דער זון, ווי אויף דער ערד.

אַזוי ווי די זון וועגט 324,000 מאָל מעהר פאַר אונזער ערד־קוגעל, מוז דאָך איהר צוציהונגס־קראַפט אויך זיין אַזוי פיעל מאָל מעהר. דאָס איז אָבער נור גערעדט, ווען זי וואָלט געהאַט אַזאַ אומפאַנג ווי דער ערד־קוגעל. מען האָט אָבער אויסגערעכענט, ווי מיר ווייסען עס שוין פון די קאַפּיטלעך איבער דער זון, אַז דער ראַדיוס פון דער זון איז 108.55 מאָל לענגער פאַר דעם ראַדיוס פון דעם ערד־קוגעל. פאָל־גליך מוז דאָך די אַטראַקציאָן אויף דער אָבערפלעך פון דער זון זיין אַזוי פיעל מאָל **שוואַכער**, ווי דער סקוועער פון דיזער צאָהל, און דאָס איז 11,783 (מולטיפּליצירט 108.55 אויף 108.55). די שווערקייט פון אַ זאַך אויף דער זון וועט, אַלזאָ, זיין ווי 324,000 צוטהיילט אויף 11,783. דער רעזולטאַט איז 27.6 ; און אַט אַזוי פיעל מאָל ציהט עס די זון אַ זאַך צו זיך **שטאַרקער** ווי די ערד. ווען מיר זאָ־לען קענען טראַנספּאָרטירען אונזערן אַ פונט אויף דער זון, וועט ער דאָרטען וועגען אונגעפעהר 27 און אַ האַלב מאָל מעהר.

אַסטראָנאָמען האָבען אויך אַזוי אויסגערעכענט, אַז א פונט דאַרף וועגען אויף די אָבערפלעכען פון:

יופיטער	2,58	פונט	ווענוס	0,88	פונט
סאַטורן	1.10	"	מערקור	0,52	"
נעפטון	0,95	"	מאַרס	0,37	"
אוראַנוס	0,83	"	לבנה	0,16	"

איידער מיר שליסען דיזען קאַפּיטעל, וועלען מיר נאָך איבערגעבען, אַז דורך עקספּערימענטען מיט פּערפּענדיקעלס, רעגולאַטאָרס און גע־וויסע אַפּאַראַטען צו וועגען זאַכען האָט מען בעשטעטיגט די טהעאָרע־טישע רעכנונגען, אַז אַרום דעם עקוואַטאָר מוז די צוציהונגס־קראַפט ווירקען ש ו ו א כ ע ר איידער אויף אַנדערע ערטער פון ערד־קוגעל. דאָס קומט דערפון, וואָס די ערד איז ניט אַ פּאָלקאָמענער קוגעל, נור אַביסעל צוגעפּלאַציגט ביי די פּאָלען און אַביסעל אויסגעברייט אָדער אויסגעטאַרצעט ביי'ם עקוואַטאָר, ווי דאָס איז שוין בעמערקט געווען אין אַ פאַרגיען קאַפּיטעל.

די אורזאַך פון אַזאַ אונרעגעלמעסיגקייט אין דער פ אָ ר ם אָדער פ י ג ו ר פון דער ערד קומט דערפון, וואָס בשעת אַ קערפּער דרעהט זיך אַרום זיך זעלבסט, ענטשטעהט אַ קראַפט, וואָס ווערט אין מעכאַניק גערופען צ ע נ ט ר י פ ו ג אַ ל ע און וואָס עס מיינט פשוט, אַז עפּעס טרייבט צוריק פון צענטער. אויף דער דאָזיגער קראַפט זיינען אויך בעג־רינדעט געוויסע מאַשינען, וועלכע דיענען זעהר פיעל אין אינדוסטריען, ספּעציעל ווען מען וויל אָבזונדערען און אָבשיידען פליסיגע אָדער שי־טערע זאַכען פון האַרטע אָדער געדיכטע. אַז מען לעגט אַריין אין אַ צילינדער מיט לעכעלעך געמישטע שטאָפען, אָט לאָמיר זאָגען די זיסע פליסיגקייטען אין צוקער־פאַבריקען, און מען פאַנגט אָן צו דרעהען דיזע צילינדערס מיט געוויסע שנעלקייטען, דאַן שפּריצען אַרויס דורך די לעכעלעך די שיטערע און לייכטערע טהיילען, און אינוועניג בלייבען די שטייפערע און שווערערע טהיילען. אַזוי טהוט מען אויך, ווען מען וויל לויז ווערען פון וואַסער אין אַ מישונג. די צענטריפוגאַלע קראַפט צייגט זיך דערביי אַרויס אויגענשיינליך.

אַזוי איז עס אויך, ווען מען לאָזט דרעהען אַ כלי מיט וואַסער צוגעבונדען מיט אַ שטריקעל. ווער האָט עס ניט געמאַכט אַזאַ שפּיל־

כעל אין זיינע קינדערשע יאָהרען? וואָס שנעלער מען דרעהט די כלי מיט דער צוגעבונדענער שטריקעל, אַלץ זיכערער איז מען דאָך, אַז קיין איינציגער טראָפּען וואסער וועט דערביי ניט פערגאָסען ווערען. דיזע, פון ערשטען בליק זעהר ערשטוינענדע ערשיינונג, ערקלערט זיך גאַנץ פשוט מיט דער צענטריפוגאַלער קראַפט ביי'ן דרעהען. ווי נור די שטריקעל זאָל זיך איבעררייסען אָדער מען זאָל איהר אַרויסלאָזען פון דער האַנד, וועט שוין די כלי אַ פליה טאָן אין בעשטימטער ג ל י י כ ע ר ריכטונג און דאָס וואסער וועט דאַן שנעל זיך אַ גאָס טאָן דורך די ווירקונג פון דער צוציהונגס-קראַפט פון דער ערד.

אויף דעם גרונד פון דער צענטריפוגאַלער קראַפט מאַכט מען אויך פערשיעדענע קונצען אין צירקען, ווי למשל, צו פאָהרען מיט'ן קאָפּ אַראָפּ אין וואַגאָנען.

ווען מען געברויכט קוגלען אַנשטאַט צילינדערס, צייגט זיך אַרויס ביי'ן דרעהען, אַז די צענטריפוגאַלע קראַפט איז ש ט אַ ר ק ע ר אַ ר ו ם ד ע ם מ י ט ע ל ס ט ע ן ט ה י י ל פון אַ קוגעל, ווי אַרום זיינע אויבערשטע טהיילען. וואָס נעהענטער צו די פּאָלען פון זיין אַקס, אַלץ ש ו ו אַ כ ע ר שפּריצט עס דאָרטען פון די לעכע-לעך. און אַזוי ווי די ערד איז דאָך אַ קוגעל, מוז עס זיך, זעלבסט-פערשטענדליך, אויך אַרויסצייגען דורך אַ שטאַרקערע צענטריפוגאַלע קראַפט אַרום איהר עקוואַטאָר, ווי אַרום איהרע פּאָלען.

אַזוי איז עס טאַקע. מען האָט אויסגערעכענט, אַז אויף דעם עק-וואַטאָר איז די צענטריפוגאַלע קראַפט אַ 290-טעל פון דער צוציהונגס-קראַפט פון דער ערד צום צענטער, אָדער מעכאַניש גערעדט, פון דער צ ע נ ט ר י פּ ע ט אַ ל ע ר (צום-צענטער-ציהענדער) קראַפט. ניט נור די וואַסערען פון די אָקעאַנען אַרום דעם עקוואַטאָר ווערען אַזוי געטריבען אין דער הויך, זאָנדערן אויך די יבשה-טהיילען, זאָ דאָס אין פערלויף פון ווער ווייסט ווי פיעל מיליאָנען יאָהרען, זינט אונזער ערד-קוגעל דרעהט זיך, האָט זיך דורך דעם געבילדעט, זאָ צו זאָגען, אַ רייף אָדער אַ רינג אַרום דעם עקוואַטאָר, וואָס עס האָט שוין גע-מוזט אַרויסרופען אַ קאָרעספּאָנדירענדע אַרונטערלאָזונג אָדער צוגע-פּלאַציגקייט ביי די פּאָלען.

דער אונטערשיעד צווישען דעם דיאַמעטער פון ערד-קוגעל ביז'ן עק-וואַטאָר און זיין דיאַמעטער פון נאָרד-פּאָל ביז צום זיד-פּאָל, איז סך הכל

א 43 קילאָמעטער. אין פּראָפּאָרציע צו דער דורכשניטליכער לענג פון דעם דיאַמעטער פון דער ערד, נעמליך: 12,742 קילאָמעטער, איז דאָך אַזאַ אונטערשיעד גאָר אַ קלייניגקייט. פון דעסטוועגן לאָזט זיך עס פיהלען אַזוי אין דער וואָג פון זאַכען, אַז מען קען עס אויסמעסטען מיט דער הילפע פון געוויסע אינסטרומענטען.

דורך דיזע מעסטונגען און וועגונגען זיינען ווידער בעשטע־טיגט געוואָרען ניוטאָן'ס גראַוויטאַציאָנס־געזעצע. ווי באַלד אויף דעם עקוואַטאָר געפינט מען זיך ווייטער פון דעם צענטער פון דער ערד, ווי אויף ערטער לעבען די פּאָלען, מוזען דאָך דאָרטען זאַכען זיין לייכטער, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, וועגען וועניגער, ווייל די ווירקונג פון דער צוציהונגס־קראַפט איז דאָך פערקערט, ווי די סקווערען פון די ווייטקייטען. ווען מיר זאָלען אָפּוועגען די זעלבע זאַך, למשל, אין ניו יאָרק און אין קוויטאָ (די הויפּט־שטאָדט פון דער זיד־אַמעריקאַנער רעפּובליק עקוואַדאָר), ווי אַסטראָנאָמען טהוען עס מיט זייערע אַפּאַראַטען, וועלען מיר אויס־געפינען, אַז אין דער עקוואַטאָריאַלער שטאָדט וועגט זי עטוואָס וועניגער ווי אין ניו יאָרק.

אַז זאַכען זיינען לייכטער לעבען עקוואַטאָר, ווי אין לענדער נע־הענטער צו די פּאָלען, דאָס איז שוין בעוויזען געוואָרען דורך געוויסע פּראָבעס און רעכענונגען פון דעם אַסטראָנאָם ריש ע, וועמען די פראַנצויזישע אַקאַדעמיע פון וויסענשאַפט האָט געשיקט אין 1672 נאָך קאַיען (די הויפּטשטאָדט פון דער פראַנצויזישער קאָלאָניע גוויאַנאַ אין זיד־אַמעריקאַ) צו מאַכען געוויסע בעאָבאַכטונגען וועגען די פּלאַ־נעט מאַרס.

די טהעאָרעטישע אויסרעכנונגען שטימען דאָ אַלץ מיט די גע־נויעסטע מעסטונגען, מיט פיעלע פּראָבעס און אָפּוועגונגען, וועלכע זיי־נען געמאַכט געוואָרען אין פערשיעדענע טהיילען פון ערד־קוגעל מיט פער־שיעדענאַרטיגע אינסטרומענטען; און אַזוי ווערט אַלץ מעהר פעסט־געשטעלט די וויסענשאַפטליכע אַסטראָנאָמיע.

קאַפּיטעל 47.

אַ בליק אויף לאַפּלאַס'עס „הימלישע מעכאַניקע".

מיר זיינען שוין אייגענטליך צו ענדע מיט אונזערע רייזען איבער דער הימעל־וועלט. אויף די פליגלען פון אונזער גייסט האָבען מיר דורכגעוואנדערט פון די ווייטעסטע פיקסע שטערן ביז אונזער פינ־סטערן און קאַלטען ערד־קוגעל. ווער עס וויל זיך ווייטער בעקענען מיט דיזע ערהאבענע וועלטען, ווער עס וויל מעהר שטודירען אסטראָ־נאָמיע, דער וועט עס שוין געפינען אין לעהרביכער און אין ספּעציעלע ווערק ביי די אומות העולם.

אונז בלייבט נאָך יעצט צו בעקענען זיך אויך מיט די וויסענשאַפט־ליכע ספּעקולאַציעס וועגען דעם, זאָ צו זאָגען, אָנפאַנג פון אונזער זונען־וועלט. אט לאָמיר זיך שטעלען, למשל, אזעלכע פראגען: פאַר וואָס דרעהען זיך עס אַלע פּלאַנעטען אַלץ אין איין ריכטונג, טאַקע ווי די זון גופא? פאַר וואָס געפינען זיך זייערע אָרביטען אַלץ נאָהענט צום שטח פון דעם עקוואַטאָר פון דער זון?

אזעלכע פראגען האָבען ניט צו טאָן דווקא מיט'ן „אָנפאַנג פון אַלע אָנפאַנגען", אויך ניט מיט דער וועלט־שעפּפונג בכלל, ווייל ניט נור קענען מיר זיך פאָרשטעלען קראַפט און שטאָף אין אַנדערע געשטאַל־טען, בעהעפטונגען און פערבינדונגען, ווי מיר האָבען עס אויף אונזער פּלאַנעט, זאָנדערן מיר זעהען דאָך ווירקליך גאַנץ אַנדערע וועלטען מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען.

אָט, למשל, די נעבולעזע אָדער נעבעלהאַפטע (טומאַנע) מאַסען, וועגען וועלכע עס איז שוין גערעדט געוואָרען אין די קאַפּיטלעך איבער די פיקסע שטערן. זיי בעשטעהען, נאַטירליך, פון געוויסע שטאָפען, וועלכע האַלטען זיך אויך צוזאַמען דורך די צוציהונגס־קראַפט וואָס שטעקט אין יעדען אַטאָם פון יעדען יסוד. מיט דער הילפע פון ספּעק־טראַל־אַנאַליז (זעה קאַפּיטעל 33) זיינען מיר דאָך דערגאַנגען, אַז אין יענע מאַסען, וואָס האָבען נאָך ניט געקראָגען עפּעס אַ בעשטענדיגע פאָרם, געפינען זיך אויך אַזעלכע יסודות, ווי אין אונזער פּלאַנעט.

שוין צוליעב דעם אליין מעג מען אויך וויסענשאפטליך אננעהמען, אז עס עקזיסטירט עפּעס אַ ג עֹ וֹ י ס ע שי י כ ו ת צווישען אונזער זון מיט אנדערע שטערן־וועלטען. נאָכדענקענדיג וועגען אלעס, וואָס מען איז ביז זיין צייט דערגאַנגען וועגען די הימלישע קערפּערס בכלל, האָט דער געניאַלער פראנצויזישער מאטעמאטיקער און אסטראָנאָם ל אַ פּ ל אַ ס אָנגעשריבען זיין גרויסען ווערק אונטער דעם נאָמען „די הימלישע מעכאַניקע", וואס איז געוואָרען דער פונדאמענט פון אלע ספּעקולאַציעס וועגען דעם אָנפאַנג און סדר פון אונזער זונען־סיסטעם ביז אונזערע יאָהרען.

זיין אויסגאַנגס־פּונקט איז אַ נעבעלהאפטע מאַסע אין אַ געוויסע ב ע ו ו ע ג ו נ ג. זיין השערה טראָגט דארום אויך דעם נאָמען „די נעבעלהאפטע". ער האָט אָנגענומען, אז אמאָל, מיט אונצעהליגע יאָהרען צוריק, איז די גאַנצע מאסע פון דער זונען־סיסטעם, אלעס וואָס עס געפינט זיך אין דער זון מיט אלע איהרע בעגלייטער אלס פּלאַנעטען אָדער קאָמעטען, בעשטאַנען פון גאַזען. דיזע מאַסע האָט געמוזט אָננעהמען אַ קוגעלהאפטע פאָרם לויט די מ ע כ אַ נ י ש ע געזעצע.

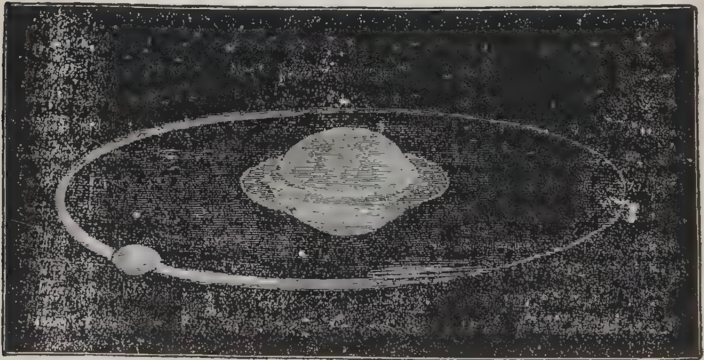
אזא פאָרם איז אַ נאַטירליכע, ווי דאָס ווערט בעוויזען דורך פערשיעדענע פּראָבעס. אַ טראָפּען וואסער, קוועקזילבער אָדער אירגענד וועלכע פליסגיקייט קריגט די פ אַ ר ם פּ ו ן אַ ס פ ע ר ע פ ו ן ז י ך ז ע ל ב ס ט, אָהן דער ווירקונג פון אירגענד וועלכער אויסערליכער קראַפט.

דורך אָ ב ק י ה ל ו נ ג האָבען זיך די גאַזען פון דיזער מאַסע אלץ מעהר צוזאַמענגעדריקט אָדער, ווי מען זאָגט עס אויפן הויכען לשון, ק אָ נ ד ע נ ס י ר ט, אָט ווי מיר זעהען עס אויף דער ערד, למשל, מיט דאַמפּף, וואָס ווערט אומגעוואַנדערט דורך אָבקיהלונג אין וואסער און נאָכהער אין אייז.

די נעבעלהאפטע מאסע איז אזוי אלץ ג ע ד י כ ט ע ר געוואָרען, און דורך דעם האָט זי אויך געמוזט זיך דרעהען אלץ ש נ ע ל ע ר, ווי דאָס ווערט בעוויזען און אויסגערעכענט אויף דעם גרונד פון די מעכאַנישע געזעצע. דרעהענדיג זיך אזוי אלץ שנעלער, האָט דיזע מאַסע אויך געמוזט ווערען פּלאַציגער ביי די פּאָלען און אויסגעברייטערט ביי'ן עקוואַטאָר דורך די צ ע נ ט ר י פ ו ג אַ ל ע

קראַפט, פון וועלכער עס איז גערעדט געוואָרען אין פאָריגען קאַפּיטעל.

עס האָט זיך אויף דיזען אופן געבילדעט אַ רינג אַרום דעם עקוואַטאָר פון דער זונען־מאַסע. דורך געוויסע סבות, ספּעציעל דורך אַ פערשיעדענהייט אין די שטאָפען פון די רינג טהיילען, וואָס עס האָט געמוזט פיהרען צו אַן אונגלייכע אָבקיהלונג און קאָנדענסירונג (יעדער איינער ווייס, אַז אייניגע שטאָפען קיהלען זיך אָפּ און ווערן פיעל שנעלער פערהאַרטעוועט איידער אַנדערע) און דאָרום אויך צו פּלאַצונגען און שפּאַלטונגען, — האָבען אַזעלכע רינגען שליסליך געמוזט פּלאַצען און דאַן אויך אָבגעריסען ווערען פון דער גאַנצער מאַסע.



צייכנונג 111.—ווי פּלאַנעטען זיינען ענטשטאַנען לויט לאַפּלאַס'עס „הימלישע מעכאַניקע“.

אַזאַ אָבגעריסענער רינג מוז, לויט די מעכאַנישע געזעצע, זיך אַלץ דרעהען מיט דער זעלבער שנעלקייט און אין דער זעלבער ריכטונג, ווי בשעת ער איז נאָך געווען אַ טהייל פון דער גאַנצער מאַסע. ביסלעכווייז מוז ער אויך אָננעהמען אַ ספערישע פאָרם און אַזוי ווערען אַ בעגלייטער פון דער גאַזען־מאַסע, וועלכע מוז אַלץ ווייטער זיך אָבקיהלען, קאָנדענסירען און בילדען נאָך רינגען אַרום איהר עקוואַטאָר, אַט ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 111.

צוערשט האָט זיך אפּנים אָבגעזונדערט און אָבגעריסען דער רינג, פון וועלכען עס האָט זיך נאָכהער געבילדעט די פּלאַנעט נעפּטון, די ווייטעסטע פון דער זון, ווי פיעל מיר ווייסען עס היינט. שפּעטער האָבען זיך אָבגעריסען די רינגען, פון וועלכע עס זיינען ענטשטאַנען די אונז בעקאַנטע פּלאַנעטען אוראַנוס, סאַטורן, יופּיטער, די פּלאַנע־טאָאידען (זעה קאַפּיטעל 17), מאַרס, די ערד, ווענוס און מערקור.

אויב עס וועט זיך אַמאָל אָבזונדערען נאָך אַ רינג פון דער זון, וועט עס קענען פּאַסירען ערשט דאַן, ווען די זון וועט זיך אַליין אָנהויבען צו דרעהען, לויט אַסטראָנאָמישע רעכנונגען, 219 מ אָ ל ש נ ע־ל ע ר, ווי דאָס איז היינט דער פאַל. עס ווערט דארום אָנגענומען, אַז דאָס וועט שוין קיין מאָל ניט פּאַרקומען. יעדענפאַלס וועט מען האָבען צו וואַרטען אַ רעכט ביסעל מיליאָנען יאָהרען, ביז אַזאַ רעוואָ־לוציע וועט פּאַרקומען אויף דער זון און אַ נייע פּלאַנעט וועט קענען געבאָרען ווערען.

וואָס אַנבעלאַנגט די לבנה און בכלל די בעגלייטערס פון די אַנ־דערע פּלאַנעטען, זאָלען זיי זיך האָבען געבילדעט אויף דעם זעלבען שטייגער פון רינגען בשעת די פּלאַנעטען גופא האָבען זיך נאָך גע־פונען אין אַ נעבעלהאַפטען צושטאַנד.

דיזע היפּאָטעזע אָדער השערה האָט אויך געפונען אַ בעשטעט־טיגונג דורך אַ פערגלייך צווישען די ד ע נ ס י ט ע ט ע ן פון די פּלאַנעטען. עס פערשטעהט זיך, אַז צוערשט האָבען זיך געמוזט צו־זאַמענקלייבען אין די רינגען די ל י י כ ט ע ר ע טהיילען פון דער נעבעלהאַפטער מאַסע און נאָכהער די שווערערע. און עס צייגט זיך ארויס, אַז די ו ו י י ט ע ר ע פּלאַנעטען, וואָס זאָלען שטאַמען פון די ערשטע זונען־רינגען, זיינען טאַקע פיעל ש י ט ע ר ע ר פאַר די נעהענטערע, ווי מיר ווייסען עס שוין פון די פריהערע קאַפּיטלעך. אויך אונזער לבנה בעשטעהט פון פערהעלטניסמעסיג פיעל לייכטערע שטאָ־פען, ווי דער ערד־קוגעל.

די עקזיסטענץ פון רינגען ארום סאַטורן איז אָנגענומען געוואָרען אַלס אַ שלאַגענדער בעווייז פאַר דיזע היפּאָטעזע. מען האָט בלויז גע־זוכט אורזאַכען צו ערקלערען, ווארום זיי בלייבען אַלץ גאַנץ, פאַר וואָס זיי זיינען ניט צוריסען געוואָרען און ניט אומגעוואַנדעלט גע־וואָרען אין ספּערישע בעגלייטער אָדער לבנות.

אָבער אַ צופֿריעדענשטעלנדע ערקלערונג וועגן די סאַטורן־רינגען האָט מען נאָך ניט געפֿונען ביז היינטיגן טאָג. מען ווייס ניט, פֿאַר וואָס סאַטורן איז עס אַזאַ מערקווירדיגע אויסנאַהמע און פֿאַר וואָס די רינגען זיינע, וועלכע מאַכען דורך געוויסע ענדערונגען, ווי מען בעמערקט עס דורך טעלעסקאָפּען, האַלטען זיך אַלץ צוזאַמען און פּלאַצען ניט.

ביסלעכווייז, נאָך אַלץ ווייטערע בעאָבאַכטונגען מיט גרעסערע טעלעסקאָפּען, האָט מען אויסגעפֿונען געוויסע אַנדערע אויסנאַהמען, און דאָס האָט געפֿיהרט צו זוכען עפּעס אַנדערע ערקלערונגען וועגען די ענטשטעהונג פֿון דער זונען־סיסטעם און זאָגאַר צו פּערוואַרפֿען אין גאַנצען לאַפּלאַס'עס השערה.

אין דער נאַטור־וויסענשאַפֿט ווערט אַ טהעאָריע אַנערקענט נור אַזוי לאַנג, ווי זי שטיממט מיט אַלע בעקאַנטע פֿאַקטען. און אַזוי שנעל ווי מען געפֿינט אויס אַזעלכע אויסנאַהמען, וועלכע קענען ניט ערקלערט ווערען אויף דעם גרונד פֿון אַ געוויסער היפּאָטעזע אָדער טהעאָריע, עס מאַכט ניט ווי גרינדליך און ריכטיג זי זאָל ניט זיין געבויט, לאָזט מען איהר אָן אַ זייט און מען זוכט אַ נייע טהעאָריע, וועלכע זאָל שטימען מיט די נייע פֿאַקטען.

אַזוי איז עס היינט אויך מיט דער נעבעלהאַפֿטער היפּאָטעזע. אין לאַפּלאַס'עס צייט האָט מען נאָך גאָר ניט געוואוסט פֿון דער עקזיסטענץ פֿון די הונדערטע קליינע פּלאַנעטען צווישען יופּיטער און מאַרס. די אָרביטען פֿון פֿיעלע פֿון דיזע פּלאַנעטאָאידען זיינען גאַנץ פֿערשיעדען אין פֿערגלייך מיט די אָרביטען פֿון יופּיטער און מאַרס. זיי געפֿינען זיך ווייט ניט אין דעם זעלבען שטח. אייניגע וואַנדערען אין פֿאָלשטענדיגע צירקלען, אַנדערע אין לאַנגע עליפּסען, און דערצו נאָך זיינען די ווינקלען צווישען זייערע אָרביטען אַזעלכע גרויסע (ביז 40 גראַד), אַז עס לאָזט זיך ניט אָננעהמען, דאָס אַלע זאָלען זיך האָבען געבילדעט פֿון שטיקער פֿון איין געפּלאַצטען רינג (זעה קאַפּיטעל 17).

ווייטער האָט מען אויסגעפֿונען, אַז מאַנכע לבנות פֿון די אויסערע פּלאַנעטען דרעהען זיך ניט אין דער זעלבער ריכטונג, נעמליך: ניט פֿון מערב צו מזרח, נור גאָר פֿערקעהרט. אַזאַ פֿערקעהרטע בעוועגונג פֿון אַ לבנה קען דאָך ניט קומען פֿון אַ טהייל

(עס מאַכט ניט אויס, אויב אין דער פאָרם פון אַ רינג אָדער פון אַ ספערע) פון אַ פּלאַנעט, וועלכע בעוועגט זיך אַליין שטענדיג אין אַ בעשטימטער ריכטונג. למשל, ווען די לבנה וואָלט זיך גדרעהט אַרום דער ערד פּערקעהרט, ווי די ערד אַרום זיך, וואָלט מען דאָך אויף דעם גרונד פון מעכאַנישע געזעצע געמוזט פערוואַרפען אַזאַ השערה, אַז די לבנה האָט זיך געבילדעט פון אַ רינג, וואָס האָט זיך אַמאָל אָבגעריסען פון דעם עקוואַטאָר פון דער ערד. דאָס איז זעלבסט־פערשטענדליך.

דערצו נאָך בעוועגען זיך מאַנכע לבנות שנעלער פאַר זייערע פּלאַנעטען. אַזוי איז עס ספּעציעל מיט איינעם פון מאַרס'עס בעגלייטער, נעמליך: מיט פאָבאָס (זעה קאַפּיטעל 16). לויט לאַפּלאַס'עס „הימלישע מעכאַניקע" קען אַ לבנה ניט מאַכען אַ רייזע אַרום אַ פּלאַנעט אין אַ קירצערער צייט, ווי די פּלאַנעט זעלבסט דרעהט זיך אַרום איהר אַקס. דאָס איז ווידער זעלבסטפערשטענדליך; אָבער אין דער ווירקליכקייט קומט עס אויף פאַר, אַז די רינגען פון סאַטורן מאַכען אַ קרייז אַרום דיזע פּלאַנעט אין אונגעפעהר 6 שטונדען, וועהרענד זי אַליין מאַכט אַ קרייז אַרום איהר אַקס אין אונגעפעהר 10 און אַ האַלב שטונדען.

מען האָט געפונען נאָך אַנדערע פאַקטען, וועלכע זיינען אין ווידערשפּרוך מיט לאַפּלאַס'עס נעבעלהאַפּטער השערה, אָבער אין אַזעלכע איינצעלהייטען קענען מיר זיך ניט אריינלאָזען. מען האָט געזוכט און מען זוכט אַלץ צו געבען ערקלערונגען וועגען דיזע אויסנאַהמען און אונרעגעלמעסיגקייטען, אָבער קיינע פון די נייע השערות איז נאָך ניט צופריעדענשטעלענד.

מיט דער צייט, ווען מען וועט מאַכען אַלץ מעהר בעאָבאַכטונגען און פאָרשונגען און מען וועט אויף ערפינדען נאָך פּינקטליכערע און עמפּפינדליכערע אינסטרומענטען, ווי די היינטיגע, וועט מען, העכסט וואַהרשיינליך, אויסגעפינען, וואָרום עס קומען פאָר אַזעלכע אויסנאַהמען אין דער זונען־סיסטעם. עס וועט דאַן אויפקומען אַ נייער גרויסער זשעניע, אַזעלכע ווי לאַפּלאַס, וואָס וועט פעסטשטעלען אַ נייע טהעאָריע וועגען די שייכות צווישען די זון און אַלע איהרע בעגלייטער און בכלל וועגען די ענטשטעהונג און ענטוויקלונג פון אונזער זונען־סיסטעם.

מען דאַרף אָבער ניט מיינען, אַז ווען אַפילו די גאַנצע נעבעל־האַפּטע טהעאָריע זאָל פּערוואָרפען ווערען פון אַסטראָנאָמען אַלס אַ פאַלשע, וועט עס ענדערען אָדער אָבשוואַכען אויף אַ האָר די וויר־קונגען פון קעפּלער׳ס און ניוטאָן׳ס געזעצע. די הימלישע קערפּערס וועלען זיך, זעלבסטפערשטענדליך, בעוועגען לויט די מעכאַנישע געזעצע, וואָס פּאַר השערות מיר זאָלען ניט מאַכען וועגען אונזער זונען־סיסטעם אָדער וועגען אַנדערע זונען־סיסטעמען.

יעדענפאַלס זעהען מיר דורך טעלעסקאָפּען ניט נור מיליאָנען און מיליאָנען פיקסע שטערן, זאָנדערן אויך אַזעלכע, וואָס אונטער־שיידען זיך זעהר פיעל אין זייער געשטאַלט, גרויס, קאָליר, א. ז. וו. מאַנכע זיינען אַרומגערינגעלט מיט נעבעלהאַפּטע מאַסען, מאַנכע גלאַנצען און גליהען זעהר העל און שטאַרק, וואָס עס ווערט אָנגענו־מען אַלס אַ צייכען פון זייער „יוגענד“, מאַנכע שיינען עפּעס ווי אויף דער „עלטער“, עפּעס ווי זיי ווערען אַלץ אויסגעלאָשען.

מען נעהמט דאַרום אָן, אַז עס געפינען זיך אויך אַזעלכע שטערן־וועלטען, וואָס זיינען שוין, זאָ צו זאָגען, אָבגעשטאָרבען, וואָס האָבען פערלאָרען יעדען „פונק“ פון ליכט און לעבען און וואָס דרעהען זיך אַרום אין דעם וועלט־רוים אַלס פינסטערע און פערגלי־ווערטע קערפּער. מען נעהמט אויך אָן, אַז אַזאַ סוף וועט אַמאָל קומען צו אונזער זון. אויב דאָס וועט טאַקע אַמאָל פּאַסירען, וועט עס זיין אין ביליאָנען יאָהרען אַרום, ווייל די זון ווערט אייגענטליך גאָר ניט אָבגעקיהלט, ווי ווייט מען קען עס אויסגעפינען דורך וויסענשאַפטליכע עקספּערימענטען (זעה קאַפּיטעל 32 און 33). עס פערשטעהט זיך, אַז אין מיליאָנען און מיליאָנען יאָהרען, איידער די זון וועט אויס־געלאָשען ווערען, וועט אַלעס פערפאַראַן ווערען אויף אונזער ערד־קוגעל...

נור אַזעלכע השערות און ספּעקולאַציעס געהערען אייגענטליך צו פיזיק, אָבער ניט צו אַסטראָנאָמיע, וועלכע איז בלויז אַ טהייל פון דער נאַטורוויסענשאַפט. מיט דער פּראַקטישער זייט פון דער אַסטראָנאָמיע, נעמליך: מיט רעכנונגען און מעסטונגען פון צייט און פון בעוועגונגען, ווי אויך פון פּאָזיציעס אויף דער ערד, האָט עס, ווי שוין אויבען בעמערקט, גאָר ניט וואָס צו טאָן.

מיר ווע‎לען זיך דארום געזעגענען מיט דער „הימלישער מע־כאניקע“ און מיט דער הימעל־וועלט בכלל און וועלען פרובירען אנ־ווענדען א טהייל פון די קענטניסע, וואס מיר האבען ערווארבען אין פאריגע קאפיטלעך, פיר אזעלכע פ ר א ק ט י ש ע צוועקען, ווי ל א נ ד־מ ע ס ט ו נ ג ע ן און י ם־פ א ה ר ע ר י י.

קאפיטעל 48.

פ ר א ק ט י ש ע א ס ט ר א נ א מ י ע: — ווי מען בענוצט זיך מיט שטערן צו בעצייכענען און צו מעסטען ערטער אויף דער ערד.

בשעת מען וואנדערט אין אונבעקאנטע געגענדען, סיי אויפ׳ן וואסער, סיי אויף דער יבשה, קען מען ניט בעשטימען ריכטיג די פאזיציע, וואו מען געפינט זיך, אדער ווי מען דריקט עס אויס גע־וועהנליך מיט׳ן ווארט: זיך א ר י ע נ ט י ר ע ן (פון א לאטייני־שען ווארט, וואס בעדייטעט: אויפגאנג, מזרח), דורך אנווייזונגען אויף ארומיגע זאכען. ווען מען זאל זיך פערצייכענען עפעס א קענ־טיגען ארט אויפ׳ן וועג, לאמיר זאגען א בארג אדער א טייך, וועט מען וויסען, אויב מען געפינט זיך צו דער רעכטער אדער צו דער לינקער זייט דערפון; אבער דאס איז נאך ניט גענוג צו אריענטירען זיך, אויב מען וויים ניט די פ א ז י צ י ע פון דעם דאזיגען ארט אויף דער ערד גופא, אין וואס פאר א ר י כ ט ו נ ג ער ליגט, אויב נעהענטער אדער ווייטער צום נארד אדער זיד פון עקוואטאר, אויב צו מזרח אדער צו מערב פון א בעשטימטען פונקט אויפ׳ן עקוואטאר.

אין אזא פאל בלייבט אונז נאר צו ריכטען די אויגען צ ו ם ה י מ ע ל און צו בעטראכטען די פאזיציעס פון די שטערן דארטען. אזוי איז עס אויך, ווען מיר ווילען פערצייכענען ריכטיג און גענוי א לאנד־קארטע. דערביי דיענט אונז די פ ר א ק ט י ש ע א ס ט־ר א נ א מ י ע, וואס בעשטעהט אייגענטליך אין דער קענטשאפט צו בענוצען זיך מיט געוויסע מ ע ס ט ו נ ג ס־א י נ ס ט ר ו מ ע נ־

ט ע ן און בכלל מיט די מיטלען און מעטהאָדען, וואָס געלעהרטע אסטראָנאָמען האָבען אויסגעפונען און ערקלערט.

ווען מען זאָל, למשל, פאַנגען א שיפּס־קאַפּיטאַן, ארומבינדען זיי־נע אויגען און איהם איבערלאָזען אין אירגענד וועלכען פערוואָרפענעם ווינקעל פון דער ערד, וועט ער אין א שטערנדיגער נאַכט גאַנץ גענוי אויסגעפינען, וואו ער געפינט זיך, ווי ווייט ער איז פון א בעשטימטען פּלאַץ, לאָמיר זאָגען פון דער אָבסערוואַטאָריע אין פּאַריז, גריניטש אָדער וואַשינגטאָן, אויב ער וועט נור האָבען אונטער דער האַנד א ס ע ק ס ט א נ ט אָדער אַן אַנדער אינסטרומענט צו בעאָבאַכטען די פּאָזיציע פון א פיקסען שטערן, ווי אויך א גוט־רעגולירטען כראָנאָ־מעטער און געוויסע אסטראָנאָמישע טאַבעלען.

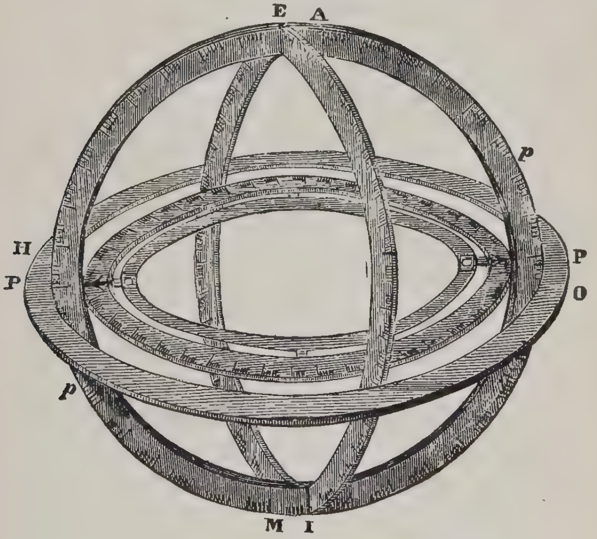
דאָס טהוט דאָך א שיפּסקאַפּיטאַן בשעת ער פאָהרט איבער'ן ים, און נור א דאַנק אַזעלכע פּראַקטישע אסטראָנאָמישע קענטניסע וויים ער, וואו ער געפינט זיך, און קומט אין דעם בעשטימטען פּאָרט. קיין כּישוף איז דערביי ניטאָ, און יעדער איינער קען בעווייזען אַזאַ קונץ, ווען ער זאָל נור מאַכען עטליכע פּראָבעס מיט אַזעלכע אינ־סטרומענטען און טאַבעלען, ווי דאָס ווערט אַנגעוויזען און בעשריעבען אין געוויסע לעהר־ביכער.

די ווילדעסטע מענשען האָבען זיך בענוצט און בענוצען זיך מיט די שטערן אַלס וועג־ווייזער אין זייערע וואַנדערונגען, ווי דאָס איז שוין בעמערקט געווען אין דעם ערשטען קאַפּיטעל פון דיזען בוך. די זון, די לבנה און די שטערן זיינען אייגענטליך געווען זייערע איינ־ציגע וועג־ווייזער. אום געגויער צו קענען זיך אָריענטירען, ספּעציעל ביי רייזען איבער'ן ים, האָט מען ביסלעכווייז אויסגעפונען געוויסע אינסטרומענטען, הויפּטזעכליך: זונען־זייגערס און אסטראָ־לאַביעס.

די גריכישע אסטראָנאָמען האָבען אויסגעבעסערט און פּערפאָל־קאָמט דיזע אינסטרומענטען. אַלס מוסטער קען דיענען די אסטראָ־לאַביע, גענאַנט אויך „ארמילאַ“ (בעדייטעט: בראַסלעט) אָדער „אַר־מילאַר־ספּערע“, ווי אויף דער צייכנונג 112. אַזאַ אסטראָנאָמישער אינסטרומענט צו בעשטימען פּאָזיציעס אויף דער ערד דורך די פּאָ־זיציעס פון שטערן אויף דעם הימלישען געוועלב, ווערט בעשריעבען

אין פּטאָלעמעאוס׳עס „אַלמאַגעסט“ און איז אויך גע־
ברויכט געוועזן פון היפּאַרכוס.

לאַזענדיג אַן אַ זייט די איינצעלהייטען, וועלכע האָבען נור אַ
היסטאָרישען ווערטה, וועלען מיר דאָ בלויז בעמערקען, אַז די דאָזיגע
„ארמילאַ“ בעשטעהט אייגענטליך פון דריי צירקלען, פון
וועלכע איינער שטעלט פאָר אַ מערידיאַן, אַ צווייטער — דעם עקוואַ־



צייכנונג 112.—אַן אַלט־גריכישע אַסטראָלאָביע.

טאָר אָדער די עקליפּטיק, און דער דריטער (דער אינוועניגסטער) קען
זיך דרעהען אויף שרויפען און איז פערזאָרגט אויך מיט לעכע־
לעך, דורך וועלכע מען קען בעאָבאַכטען אַ הימלישען קערפּער.
דער צווייטער צירקעל, וואָס זעהט אויס אויף אונזער צייכנונג ווי אַ
לענגליכער עליפּס, מאַרקירט מיט די בוכשטאַבען EI, קען זיך אויך
דרעהען אויף שרויפען און קען געבראַכט ווערען אין דעם שטח פון
עקוואַטאָר אָדער פון עקליפּטיק. דיזער צירקעל, ווי אויך די אנדערע,
זיינען גראַדואירטע, דאָס הייסט: צוטהיילט מיט פּאַ־
סעקלעך אין גראַדען.

אַנשטעלענדיג אַזאַ „אַרמילאַ“ אויף אַ שטערן, קען מען דורך די גראַדען אויף די צירקלען אויסמעסטען די ווינקלען צו בעשטימען זיין פּאָזיציע רעספּעקטיוו צום מערידיאַן און צום עקוואַטאָר, אַזוי ווי מען טהוט עס היינט מיט דער הילפע פון טעלעסקאָפּען, וועלכע וועלען בעשריעבען ווערען אין נעקסטען קאַפּיטעל.

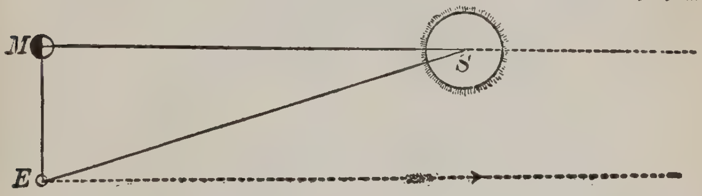
מיט דיזע איינפאַכע אינסטרומענטען האָבען די גריכישע אַסטראָנאָמען אויך פּרובירט אויסמעסטען די ווייטקייטען פון הימלישע קערפּערס און די גרויס פון דער ערד. דערביי האָבען זיי זיך בענוצט מיט טריגאָנאָמעטרישע רעכנונגען, וועלכע זיי האָבען אַליין געשאַפען און ענטוויקעלט. אַלס ביישפּיעל וועלען מיר דאָ ברענגען די מערקווירדיגע אויסרעכנונג פון אַריסטאַרכוס פון סאַמאָס וועגען די רעספּעקטיווע ווייטקייטען פון דער זון און פון דער לבנה. מיר ווייסען שוין פון אַ פאַריגען קאַפּיטעל, אַז דיזער גרויסער זשעניע, וועלכער האָט געלעבט מיט אונגעפעהר 250 יאָהר פאַר די קריסטליכע צייט־רעכנונג, איז געקומען צום „אַפּיקורסישען“ שלוס, אַז די ערד דרעהט זיך אַרום דער זון.

אום צו פערשטעהן, ווי אַזוי ער האָט אויסגעפונען, אַז די זון איז פיעל ווייטער פון דער ערד ווי די לבנה, איז אייגענטליך גאָר ניט נויטיג צו לערנען געאָמעטריע. די צייכנונג 113 מאַכט עס גאַנץ דייטליך.

מיר האָבען דאָ פאָרגעשטעלט די זון, די לבנה און די ערד אין די ווינקלען פון אַ גלייכען דרייעק. אַט בשעת די לבנה צייגט אונז איהר ערשטע פערטעל (דאָס איז בשעת מיר זעהען בעלויכטען אַ העלפט פון איהר פּנים), קומט זי דאָך אויס אין אַזאַ פּאָזיציע צווישען די זון און די ערד, ווי מיר זעהען עס אויף דער צייכנונג 113, נעמליך: אין אַ גלייכען ווינקעל.

ווען דער לעזער וועט נייגעריג זיין אַליין צו בעאָבאַכטען די פּאָזיציע פון דער לבנה אַ נאָכמיטאָג, בשעת איהר פערטעל איז בעלויכטען פון דער זון, וועט ער שוין איינזעהן, אַז דער ווינקעל צווישען די ריכטונגען פון זיין בליק צו דער לבנה און פון דער לבנה צו דער זון איז דאַן אַ גלייכער, דאָס הייסט אַ ווינקעל פון 90 גראַד. די בוכשטאַבען E M און S בעצייכענען דאָ די ערד, די לבנה און די זון, ווי דער לעזער פערשטעהט עס אַליין.

נון, ווען די זון וואָלט זיך געפונען נעהענטער צו אונז פאַר דער לבנה, וואָלט דער ווינקעל אַנטקעגען דער זייט SM פון דעם דריי־עק אויף אונזער צייכנונג, געווען אַ קלענערער פאַר דעם ווינ־קעל אַנטקעגען דער זייט EM. ווען די זון וואָלט למשל, געווען אונ־געפעהר 4 מאָל ווייטער פון דער לבנה, וואָלט דאַן דער ווינקעל אַנט־קעגען דער זייט MS געווען אונגעפעהר 75 גראַד, אָדער 3 מאָל גרעסער פאַר דעם ווינקעל אַנטקעגען דער זייט ME.



צייכנונג 113.—ווי אַריסטאַרכוס האָט געצייגט, אַז די זון איז ווייטער פון אונז ווי די לבנה.

ווען אַריסטאַרכוס האָט אַנגעשטעלט זיין אסטראָלאַביע אויף דער זון, האָט ער אויסגעמאָסטען, אַז דער ווינקעל אַנטקעגען דער זייט MS (אייגענטליך אַנטקעגען דער ריכטונג פון דער לבנה צו דער זון) איז 87 גראַד; אַלזאָ, גאַנץ נאָהענט צו אַ גלייכען ווינקעל. אויף דיזען גרונד האָט ער אויסגערעכענט על פי טריגאָנאָמעטריע, אַז די זון איז אונגעפעהר 20 מאָל ווייטער פון דער ערד, ווי די לבנה.

אין דער ווירקליכקייט אָבער, ווי מיר ווייסען עס היינט דורך אַנדערע מעסטונגען מיט פיעל פּינקטליכערע אינסטרומענטען, איז די זון פיעל־פיעל ווייטער. דער ווינקעל פון אירגענד וועלכען פונקט אויף דער ערד ביז צו דער זון איז אַזוי נאָהענט צו אַ ווינקעל פון 90 גראַד, אַז די ריכטונג פון דער ערד צו דער זון איז פּאַראַלעל צו SM (די ריכטונג פון דער לבנה צו דער זון). אַט ווי פאָרגע־שטעלט אויף דער צייכנונג 113 דורך די געשטריכעלטע ליניע מיט אַן אָנצייגער. אין פּרינציפּ אָבער איז אַריסטאַרכוס'עס מע־טהאָד אַ גאַנץ ריכטיגער.

וואָס אַנבעלאַנגט די גרויס פון דער ערד, איז עס אויך געווען

א גריכישער מאטעמאטיקער און אַסטראָנאָם, וועלכער האָט געמאַכט די ערשטע פּראָבע דאָס צו דערגעהן, שטיצענדיג זיך הויפּטזעכליך אויף אַזאַ איינפאַכען אינסטרומענט ווי א גנאָמאָן (זונען־זייגער). דאָס איז געווען ערא טאָסטהענעס (געלעבט פון 276 ביז 194 בעפאָר קריסטוס) אין אַלעקסאַנדריע, וועגען וועמען עס איז אונז אויסגעקומען צו ריידען אין א פּאָריגען קאַפּיטעל, ווי אויך וועגען אַריסטאַרכוס'ן און אנדערע גרויסע גריכישע אַסטראָנאָמען.

ער האָט נעמליך בעמערקט, אַז אין דער שטאָדט סיען (היינט איז עס אַסואַן אין עגיפּטישען סודאַן) ביי די ברעגען פון ניקוס איז די זון ווערטיקאַל אָדער גלייך אויפ'ן זעניט וועהרענד דעם זומער־סאָלסטים (דעם לענגסטען טאָג); אָבער אין אַלעקסאַנדריע איז די זון דעם זעלבען טאָג 7 גראַד 12 מינוט (דאָס איז אונגעפעהר א 50טעל פון א צירקעל) ווייט פון דעם זעניט. אננעהמענדיג, אַז אַלעקסאַנדריע און סיען געפינען זיך אויף איין מערידיאַן און אַז די ווייטקייט צווישען דיזע צוויי שטעדט איז, לויט געוויסע עגיפּטישע לאַנד־קאַרטען און רעכנונגען פון רייזענדע, 5000 סטאַדיום (א גרי־כישע מאָס 600 פוס לאַנג), האָט ער דערפון געשלאָסען, אַז א גאַנ־צער קרייז אַרום די ערד איז 250 טויזענד סטאַדיום (אונגע־פעהר 29,000 מייל).

נאָך איהם האָט דער גריכישער אַסטראָנאָם פּאָסידאָניוס געמאַכט אַן עהנליכע פּראָבע און אויסגעפונען, אַז א קרייז אַרום די ערד איז 240,000 סטאַדיום. ווי ווייט מען האָט היסטאָרישע בעריכטען, איז דער נעקסטער, זאָ צו זאָגען, ערד־מעסטער געווען דער אַראַבישער חאַליף אַבדאַלאַה אַל־מאַמון אין יאָהר 814, וועלכער האָט פּאַנאַנדערגעשיקט עטליכע אַסטראָנאָמען צו מאַכען מעסטונגען צווישען געוויסע פּונקטען אין מעסאָפּאָטאַמיען. די רעזולטאַטען פון דיזע מעסטונגען זיינען אָבער ניט געווען צופרידענשטעלענד.

אין אייראָפּאַ איז אַזאַ פּראָבע צוערשט געמאַכט געוואָרען אין 1500 יאָהר פון דעם פראַנצויזישען אַסטראָנאָם זשאַן פּערנעל, וועלכער האָט אויסגעמאָסטען א געוויסע שטרעקע לאַנד אין דער ריכ־טונג פון דעם פּאַריזער מערידיאַן, צעהלענדיג אויף זיין וועג די אומ־דרעהונגען פון אַן אויסגעמאָסטענע ראָד אין א וואָגען. די רעזולטאַ־טען פון זיינע אויסרעכנונגען זיינען געווען גאַנץ נאָהענט צו די

ווירקליכע לענג פון אַ מערידיאַן, ווי געלעהרטע האָבען עס אויסגע־מאָסטען אין אונזערע צייטען מיט די פּינקטליכסטע אינסטרומענטען.

אין איינצעלהייטען וועגען אַזעלכע מעסטונגען קען מען זיך ניט אריינלאָזען אין אַ פּאָפּולערער אַסטראָנאָמיע. דערצו זיינען נויטיג ספּעציעלע קענטניסע, ניט נור אין מאַטעמאַטיק און אַסטראָנאָמיע, זאָנדערן אויך אין דער אָנווענדונג פון מעסטונגס־אינסטרומענטען.

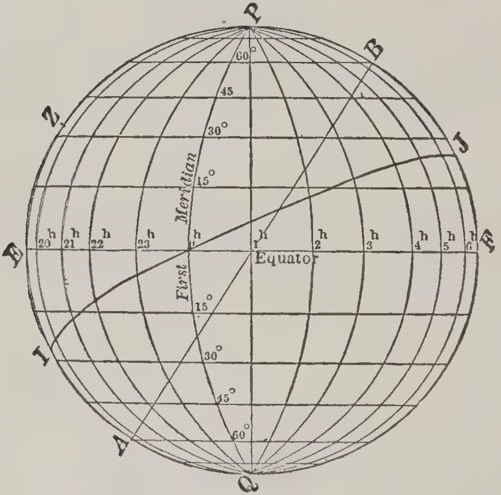
מיר ווילען פערבייגעהענדיג בעמערקען, אַז דער אַסטראָנאָם, וועלכער האָט צוערשט געברויכט אַ טעלעסקאָפּ ביי אַזאַ מעסטונג איז געוועזען דער פראנצויז ז ש אַ ן פּ י ק אַ ר אין 1669, אונגע־פעהר 60 יאָהר נאָך ג אַ ל י ל ע אָ׳ס ערשטע פּראָבע צו בע־טראַכטען הימלישע קערפּערס מיט דער זעה־גלאָז, וועלכע ער האָט אַליין צוזאַמענגעשטעלט און, מען מעג אויך זאָגען, ערפונדען. לויט זיינע רעכנונגען איז אויסגעקומען, אַז אַ גראַד פון אַ מערידיאַן־קרייז אַרום די ערד איז אונגעפעהר 367 טויזענד פוס לאַנג.

אָבער ווי נויטווענדיג עס זאָל ניט זיין צו וויסען גאַנץ גענוי די לענג פון אַזאַ גראַד, אום צו קענען מעסטען שטרעקען לאַנד און צוזאַמענשטעלען לאַנד־קאַרטען, איז דאָס אַליין נאָך ניט גענוג צו אָריענטירען זיך אין אַן אָרט. מען קען אויך בעשטימען די געאָגראַ־פישע פּאָזיציע פון אַ פּונקט, ווען מען ווייס ניט ווי לאַנג עס איז דער עקוואַטאָר אָדער אַ מערידיאַן פון דער ערד.

אייגענטליך, ווען מען וויל וויסען, אויף וואָס פאַר אַ פּונקט פון דער ערד מען געפינט זיך, דאַרף מען נור בעשטימען זיין פּאַראַלעל און זיין מערידיאַן, דאָס הייסט זיין גראַד פון ערווייטערונג פון עקוואַ־טאָר און זיין גראַד פון ערווייטערונג פון אַ געוויסען מערידיאַן, גע־נאַנט: ערשטער מערידיאַן. וואָס עס איז אַ מערידיאַן און וואָס עס איז אַ פּאַראַלעל, דאָס ווייסען מיר דאָך שוין פון אַ פריגען קאַפּיטעל; אָבער די צייכנונג 114 וועט עס אונז קלאָר מאַכען. אויף דיזער צייכ־נונג איז פאָרגעשטעלט אַ גלאָבוס. די ליניע FE מאַרקירט דעם עק־וואַטאָר, און אַלע ליניעס וואָס זיינען פּאַראַלעל צו איהם, ווערען עס גערופען פּאַראַלעלען אָדער צירקלען פון ל אַ ט י ט ו ד. די לי־ניעס וואָס ציהען זיך פון P (נאָרד־פּאָל) ביז Q (זיד־פּאָל), איבער־קרייצענדיג דעם עקוואַטאָר און אַלע פּאַראַלעלען, מאַרקירען עס די מערידיאַנען אָדער די צירקלען פון ל אַ נ ג י ט ו ד.

אַז קרייזען ווערען צוטהיילט אין גראַדען, מינוטען און סעקונדען, ווייסען מיר דאָך שוין פון די ערשטע קאַפּיטלעך (אָגב, זאָל דער לעזער נאָך אַמאָל אריינבליקען אין דער ביילאַגע א איבער דער ווינקעל־מאָס, אויב ער איז נאָך אַלץ ניט קלאָר וועגען דעם).

ווי אַזוי קענען מיר אָבער בעשטימען דעם פּאַראַלעל און דעם מערידיאַן, אָדער די לאַטיטיוד און לאָנגיטיוד פון אירגענד וועלכען פּונקט אויף דער ערד?



צייכנונג 114. — די מערידיאַנען און פּאַראַלעלען פון דער הימעל־ספערע.

אָט לאָמיר, צום ביישפּיעל, נעהמען דעם אָרט, וואו עס שטעהט די ראַטושע (סיטי האָל) פון ניו יאָרק. ווי אַסטראָנאָמען האָבען עס אויסגעמאָסטען, איז די לאַטיטיוד פון דיזען אָרט 40 גראַד 42 מינוט 43 סעקונדען נאָרד (דאָס מיינט צו נאָרד פון עקוואַטאָר) און זיין לאָנגיטיוד איז 74 גראַד און 3 סעקונדען וועסט פון דעם גריניטש־מערידיאַן, וואָס ווערט געוועהנליך אָנגענומען פאַר דעם ערשטען מערידיאַן אין ים־פאָהרעריי.

דערמיט ווערט די געאָגראַפישע פּאָזיציע פון דיזען פּלאַץ גאַנץ גענוי בעשטימט, ווייל אויף דעם גאַנצען ערד־קוגעל איז ניט פאַראַן

נאָך איינער גראַדע אויף די זעלבע לאַטיטיוד און לאָנגי־טיוד. מאַטעמאַטיש גערעדט, ווערט די פּאָזיציע פון אַ פּונקט בעשטימט דורך אַן איבערקרייצונג פון צוויי ליניעס. ווען עס האַנ־דעלט זיך וועגען די לאַטיטיודען און לאָנגיטיודען, ווערט יעדער פּונקט אויף דער ערד בעשטימט דורך אַן איבערקרייצונג פון אַ פּאַראַלעל און אַ מערידיאַן, ווי דאָס ווערט פּערצייכענט אויף גלאָבוסען און לאַנד־קאַרטען.

* * *

לאָמיר יעצט זעהען, ווי מען קען טאַקע דערגעהן די לאַטיטיוד און די לאָנגיטיוד פון דער ניו יאָרקער שטאָדט־הויז און פון אירגענד וועלכען אָרט, וואו מען זאָל זיך ניט געפינען, ווען מען האָט נור די נויטיגע מעסטונגס־אינסטרומענטען דערצו.

וואָס אַנבעלאַנגט לאַטיטיוד, ליפערט אונז די שטערן־וועלט אַ שטענדיגען אַנצייגער אָדער וועג־ווייזער. די לאַטי־טיוד פון אַן אָרט קאָרעספּאָנדירט אַלע מאָל צו דער הויכקייט פון דעם פּאָלאַר־שטערן איבער איהם, אָדער אַסטראָנאָ־מיש גערעדט, צו דער אַלטיטוד (פון אַ לאַטייניש וואָרט, וואָס בעדייטעט: הויכקייט, אויפהויבונג) פון דעם פּאָל איבער דעם האָריזאָנט.

דאָס וואַרפט זיך אין די אויגען, ווען מען בעטראַכט די פּאָ־זיציעס פון דעם פּאָלאַר־שטערן אָדער פון אירגענד וועלכען שטערן אין דער נאָכבאַרשאַפט פון הימלישען פּאָל, בשעת מען געפינט זיך אין געגענדען נעהנטער צום עקוואַטאָר אָדער נעהענטער צו איינעם פון דער ערד׳ס פּאָלען.

מען דאַרף ניט מאַכען דוקא אַ רייזע צום נאָרד־פּאָל, אום צו וויסען, אַז דאָרטען זעהט מען דעם פּאָלאַר־שטערן אויפ׳ן זעניט, גראַדע איבער׳ן קאָפּ. ווען מען דענקט נאָך אַביסעל, ווערט עס אויך גאַנץ פערשטענדליך, אַז וואָס ווייטער מען וואַנדערט צום זיד, אָדער מיט אַנדערע ווערטער, וואָס נעהענטער מען קומט צום עקוואַטאָר, מוז דער פּאָלאַר־שטערן אַלץ זיך ערוויטערען פון אונזער זעניט, אָדער אַנדערש געזאָגט, אַלץ מעהר זיך אַרונטערלאָזען צום האָריזאָנט. אין ערטער לעבען עקוואַטאָר זעהט מען

טאַקע דעם פּאָלאַר־שטערן ביים ר אַ נ ד פ ו ן ה אָ ר י ז אָ נ ט, זאָ צו זאָגען, לעבען אונזערע פ י ס.

מאַכענדיג אַ רייזע פון אַן עקוואַטאַריעלען אָרט צום נאָרד, לאָמיר זאָגען פון פּאַראַ (אַ פּאָרט אין בראַזיליען לעבען עקוואַטאָר), ביז באָסטאָן, וועלען מיר זעהען, ווי דער פּאָלאַר־שטערן שטייגט אַלץ ה ע כ ע ר און העכער איבער'ן האָריזאָנט, פּ ע ר ק ע ה ר ט ווי בשעת מען מאַכט אַ רייזע צוריק פון באָסטאָן נאָך פּאַראַ. און ווען מען זאָל ווייטער רייזען פון באָסטאָן אַלץ צום נאָרד, וועט מען זעהען, ווי דער פּאָלאַר־שטערן גלענצט אַלץ נעהענטער לעבען זעניט.

בקיצור, לעבען עקוואַטאָר זעהט מען דעם פּאָלאַר־שטערן ביי'ן ברעג פון האָריזאָנט און לעבען נאָרד־פּאָל דירעקט איבער'ן קאָפּ, ווערטיקאָל (אין דער ריכטונג פון אַ בליי־שנור).

דער ווינקעל צווישען דיזע צוויי פּאָזיציעס פון דעם פּאָלאַר־שטערן איז, אַלזאָ, 90 גראַד. ווערהענד מען מאַכט אַ רייזע פון עקוואַטאָר ביז צום נאָרד־פּאָל, וואַנדערט מען דאָך דורך אַ פּ ע ר ט ע ל פ ו ן אַ מ ע ר י ד י אַ ן ארום די ערד. ניט נעהמענדיג אין אַנבעטראַכט די ענדערונגען אין קלימאַט ווערהענד אַזאַ רייזע, ווערט עס אויך קענטיג פאַר אונזערע בליקען דורך די ענדערונגען אין די פּאָזיציעס פון דעם פּאָלאַר־שטערן אויפ'ן ה י מ ל י ש ע ן ג ע ו ו ע ל ב. ער וואַנדערט דאָן, זאָ צו זאָגען, מיט אונז צוזאַמען, דורכמאַכענדיג אַ פּ ע ר ט ע ל פ ו ן אַ ה י מ ל י ש ע ן מ ע ר י ד י אַ ן, רעכנענדיג פון דעם האָריזאָנט־ראַנד ביי'ן עקוואַטאָר ביז'ן זעניט ביים נאָרד־פּאָל. ווען מיר וועלען זיך פאָרשטעלען, דאָס אַ שטערן לעבען ראַנד פון האָריזאָנט אין אירגענד וועלכען אָרט דערלאַנגט זיך אַ הויב איבער'ן הימלישען געוועלב ביז ער קומט צום ז ע נ י ט, וועט ער דאָך אַזוי דורכמאַכען אַ פּ ע ר ט ע ל פ ו ן אַ ק ר י י ז, וואָס עס מיינט אויך אַ ו ו י נ ק ע ל פ ו ן 9 0 ג ר אַ ד. און אַזוי צייגט עס זיך טאַקע אַרוים מיט'ן פּאָלאַר־שטערן, בשעת מען רייזט פון עקוואַטאָר ביז'ן נאָרד־פּאָל.

נאַטירליך, מיט נאַקעטע אויגען קען מען נור בעמערקען אַן אַלגעמיינע ענדערונג אין דער פּאָזיציע פון דעם פּאָלאַר־שטערן ווערהענד אַזעלכע רייזען איבער עקוואַטאָריעלע און פּאָלאַרע געגענדען. אָבער ווען מען וויל אויסמעסטען ג ע נ ו י אַזעלכע ענדערונגען,

מוז מען שוין אנווענדען געוויסע אסטראָנאָמישע אינסטרומענטען, פון וועלכע עס וועט זיין די רעדע שפּעטער.

יעדענפאַלס איז פאַר אונז גענוג צו פ ע ר ש ט ע ה ן ד ע ם ש כ ל, דעם פּרינציפּ פון אַזאַ אויסמעסטונג. און דאָס איז, נאָך אַלעמען, גאַנץ איינפאַך. ווען מען מעסט אויס דורך די ווינקעל־מאָל דעם טהייל פון דעם הימלישען מערידיאַן צווישען דעם זעניט און דעם פּאָלאַר־שטערן, בעקומט מען דאָך אַ געוויסע צאָהל גראַד מיט מינוטען און סעקונדען, און דיזע צאָהל מוז ק אָ ר ע ס פּ אָ נ ד י ר ע ן צו דעם טהייל פון דעם ערד־מערידיאַן צווישען דעם פּונקט, וואו מיר געפינען זיך בשעת מיר מאַכען די אויסמעסטונג, און דעם נאָרד־פּאָל. און דאָס גיט אונז שוין דעם געזוכטען פּאַראַלעל אָדער דעם קרייז פון לאַטיטיוד.

לאָמיר זאָגען, אַז מיר געפינען אויס מיט דער הילפע פון אַזאַ אסטראָנאָמישען אינסטרומענט, וואָס מען רופט געוועהנליך „טראַנזיט“ (זעה נעקסטען קאַפּיטעל), אַז די אַלטיטיוד פון דעם נאָרד־פּאָל איז אין אַ געוויסען אָרט 45 גראַד, דאַן ווייסען מיר דערפון, אַז מיר געפינען זיך גראַדע אויף אַזאַ לאַטיטיוד, וואָס איז גלייך ענטפערנט פון עקוואַטאָר און פון נאָרד־פּאָל. און ווען מיר געפינען אויס, אַז די אַלטיטיוד פון פּאָל אין אַ געוויסען אָרט איז 50 גראַד 30 מינוטען און 20 סעקונדען, הייסט עס, אַז אַזוי איז די לאַטיטיוד דאָרטען, אָדער אַז ביז צום נאָרד־פּאָל בלייבט דאָס איבעריגע ביז 90 גראַד, נעמליך: 39 גראַד 29 מינוט און 40 סעקונדען.

מיר האָבען דאָ געבראַכט דעם פּאָלאַר־שטערן אַלסביישפּיעל. מען קען פאַר דעם זעלבען צוועק געברויכען אַנדערע שטערן (און אַזוי טהוט מען טאַקע, ווען מען געפינט עס פיר נויטיג), ווי באַלד מען ווייס נור דורך פריהערע אַסטראָנאָמישע מעסטונגען אויף ווי פיעל גראַד זיי זיינען ערווייטערט פון ה י מ ל י ש ע ן פּאָל. געוועהנליך געברויכט מען דערצו איינציגע שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד, וועלכע גלענצען ניט ווייט פון די פּאָלען. עס פערשטעהט זיך, אַז פיר די בעשטימונגען פון לאַטיטיודען אין דער זידליכער העלפט פון דער ערד קען מען זיך ניט בענוצען מיט אַ שטערן אַרום דעם נאָרד־פּאָל איינפאַך דעריבער, ווייל מען קען אַזעלכען דאָרטען ניט זעהען, און פערקעהרט, די שטערן אַרום דעם זיד־פּאָל קענען מיר ניט זעהן אין אונזערע

נאָרדליכע לענדער, ווי דאָס איז שוין ערקלעהרט געוואָרען אין אָנפאַנג פון דיזען בוך.

אין אַסטראָנאָמישע טאַבעלען, וועלכע ווערען ספּעציעל צוזאַמענגעשטעלט פאַר שיפס־קאַפּיטאַנען, ווערען שוין גענוי איבערגעגעבען אַלע איינצעלהייטען וועגען די פּאָזיציעס פון די דאָזיגע שטערן, וועלכע ווערען געוועהנליך געברויכט אַלס אָנצייגער ביי די בעשטימונגען פון לאַטיטודען. דאָס הענגט אָפּ פון געוויסע זייטיגע בעדינגונגען, ווי למשל פון וואָלקענס, וועלכע פערדעקען מאַנכעס מאָל איינִיגע שטערן און לאָזען פריי אַנדערע.

דער פּרינציפּ בלייבט אָבער אַלץ דער זעלבער, און דאָס איז, אַז דורך די אַלטיטוד פון פּאָל איבער אַ האָריזאָנט, אָדער בכלל דורך די פּאָזיציע פון אַ שטערן רעספּעקטיוו צום זעניט פון אַן אָרט, ווערט געמאָסטען די לאַטיטוד.

* * *

נור ווען מען וויל בעשטימען די לאָנגיטוד פון אַן אָרט, איז שוין די אויפגאַבע ווייט ניט אַזאַ איינפאַכע. דער אינסטרומענט, וואָס דיענט דערביי הויפּטזעכליך, איז אַ גוט־רעגולירטער זייגער, אַזעלכער, וואָס פערדיענט טאַקע דעם נאָמען כראָנאָמעטער (מעסטער פון צייט).

דער גרונד דערפון איז, וואָס מיט דער צייט, וועלכע עס נעהמט אונז אַריבערצופאָהרען פון איין אָרט אין אַן אַנדערען, פון מזרח צו מערב אָדער פערקעהרט, קענען מיר אויך בעשטימען, ווי פיעל גראַד עס געפינט זיך צווישען די מערידיאַנען פון דיזע ערטער.

לאָמיר זיך דאָ נעהענטער צוקוקען צו דער צייכנונג 114. וועהרענד אויף דעם קרייז פון דעם ערשטען מערידיאַן געפינען מיר פערצייכענט די לאַטיטודען (קרייזען פון די פּאַראַלעלען) אין גראַדען, געפינען מיר אויף דעם קרייז פון דעם עקוואַטאָר פערצייכענט די לאָנגיטודען (קרייזען פון די מערידיאַנען) אין שטונדען, מאַרקירט מיט'ן בוכשטאַב h (האור—שטונדע). דאָס איז דעריבער, ווייל די ערד מאַכט אַ קרייז אַרום זיך אין 24 שטונדען. אין פערלויף

פון איין שטונדע מאכט זי, אלזא, דורך א 24־טעל פון א קרייז, אדער 15 גראד. אנשטאט צו זאגען, אז איין ארט געפינט זיך פון דעם אנדערען אויף א ווייטקייט פון א 24־טעל פון דער לענג פון דעם עקוואטאר, קענען מיר אויך דארום זאגען, אז די מערידיאנען פון דיזע ערטער זיינען אזוי ווייט איינער פון דעם אנדערען, ווי פיעל עס ד ו י ע ר ט אונזער ערד־קוגעל דורכצומאכען א 24טעל פון זיין טעגליכער רייזע, דאס הייסט: א י י ן ש ט ו נ ד ע.

עס בלייבט אונז, אלזא, אנצונעהמען דעם מערידיאן פון א בעשטימטען ארט פאר דעם ערשטען און אנשטעלען א כראנאמעטער דארטען אזוי פינקטליך, ווי מען קען עס נור, און נאכהער מעסטען נאך זיינע שטונדען, מינוטען און סעקונדען די צאהל פון די גראדען, מינוטען און סעקונדען אויפ'ן קרייז פון דער לאטיטיוד פון דעם ארט, וואו מען געפינט זיך. און אזוי מהוט מען טאקע.

ווי עס איז אונז פריהער אויסגעקומען צו בעמערקען, נעהמט מען אן ביי רייזען אויפ'ן ים דעם מערידיאן פון גריניטש פאר דעם ערשטען, ווייל די ספעציעלע אויפגאבע פון דיזער ענגלישער אבסער־וואטאריע איז צוזאמענצושטעלען און ארויסצוגעבען אסטראנאמישע טאבעלען פאר די שיפס־קאפיטאנען פון אלע נאציאנען.

די פראנצויזען רעכענען אויך לויט דעם פאריזער מערידיאן און די אמעריקאנער לויט דעם וואשינגטאנער מערידיאן. ווי באלד מען וויים נור דעם אונטערשיעד אין דער דיסטאנץ צווישען דיזע מערי־דיאנען, קען מען שוין אלעם ריכטיג אויסגעפינען ווענען די לאנגיטיודען פון אירגענד וועלכע ערטער, פערגלייכענדיג די טאבעלען.

אסטראנאמען האבען שוין אלעס אויסגעמאסטען און אויסגע־רעכענט מיט מאטעמאטישער גענויאיגקייט. די לאנגיטיוד צווישען, למשל, גריניטש און וואשינגטאן איז 77 גראד 3 מינוט; אבער אויף דעם אסטראנאמישען לשון דריקט מען אויס דעם דאזיגען אונטערשיעד דורך ד י צ י י ט, וואס עס דויערט א פיקסען שטערן צו מאכען זיין שיינבארע רייזע איבער'ן הימעל פון דעם מערידיאן אין גריניטש ביז דעם מערידיאן אין וואשינגטאן, און דאס איז נעמליך: 5 שטונ־דען 8 מינוט און 12 סעקונדען.

לאמיר אננעהמען, אז איין א בעשטימטער שטונדע פון דער נאכט זעהען מיר פונקט אויפ'ן מערידיאן פון דעם ארט, וואו מיר

געפינען זיך, אין ניו יארק למשל, א געוויסען קענטיגען שטערן, דעם ארק־טורוס למשל. אין א שטונדע ארום וועלען מיר שוין דעם דאזיגען שטערן זעהען צו דער מ ע ר ב ־ ז י י ט פון אונזער מערידיאן, ווייל די ערד דרעהט זיך דאך אלץ צו מזרח־זייט. מען דארף גאר ניט זיין קיין אסטראנאם צו פערשטעהן און צו וויסען, אז אין דיזער צייט האט די ערד דורכגעמאכט א 24־ט ע ל פון איהר טעגליכער רייזע, און פאלגליך מוז אויך צווישען די פאזיציעס פון דעם דאזיגען שטערן נאך א שטונדע זיין א 24־ט ע ל פון דעם הימלישען קרייז, אדער קורץ גערעדט א ב ו י ג ע ן פ ו ן 15 ג ר א ד.

נון, ווען איינער זעהט דעם ארקטורוס אדער אן אנדער פיקסען שטערן אויף זיין מערידיאן פונקט 9 אוהר אבענדס און אן אנדערער זעהט דעם זעלבען שטערן אויף זיין מערידיאן פונקט מיט א שטונדע שפעטער, הייסט עס, אלזא, אז דיזע בעאבאכטער זיינען ערווייטערט אזוי פיעל, ווי 15 ג ר א ד פון עקוואטאר אדער פון אירגענד וועלכען צירקעל פון לאטיטיוד. און ווען מיר ווייסען, ווי פ י ע ל מ י י ל עס געפינט זיך אין אזא גראד, איז דאך שוין לייכט אויסצורעכענען די ווייטקייטען דורך די לאנגיטיודען.

אויף אזא וועג מעסט מען טאקע די לאנגיטיודען פון אלע ערטער אויף דער ערד. אסטראנאמען קענען בעשטימען מיט זייערע מעסטונגס־אינסטרומענטען ביז 200־ל ע ך פ ו ן א ס ע ק ו נ ד ע, ווי פיעל צייט עס נעהמט, אז א פיקסער שטערן זאל מאכען א שיינ־בארע רייזע אויפ'ן הימעל פון דעם מערידיאן אין איין ארט ביז דעם מערידיאן אין א צווייטען ארט. מיט דער הילפע פון ט ע ל ע ג ר א ף קען מען היינט אין א רגע וויסען די צייט און די פאזיציעס פון בע־שטימטע שטערן אין אירגענד וועלכען ארט פון ערד־קוגעל און אזוי מאכען פערגלייכונגען פון לאנגיטיודען.

די ל ע נ ג פון א גראד לאנגיטיוד ה ע נ ג ט א פ פ ו ן ד ע ר ל א ט י ט י ו ד פון אן ארט. דאס ווערט קלאר, ווען מען בעטראכט די צייכנונג 114. מיר ווייסען דאך שוין, אז די קרייזען פון לאטיטיוד זיינען אלץ ק ל ע נ ע ר, וואס מעהר זיי זיינען ער־ווייטערט פון עקוואטאר. פאלגליך מוזען דאך אויך די ט ה י י־ל ע ן פון דיזע קרייזען זיין פערשיעדען אין זייער לענג.

נון, מען האט אויסגעמאסטען, אז א מינוט פון דעם עקוואטא־

ריעלען קרייז אַרום דער ערד איז אונגעפעהר 6000 פּוס לאַנג. אין דער לאַטיטיוד אָבער פון ניו יאָרק איז די לענג פון אַזאַ טהייל פון דעם פּאַראַלעל אונגעפעהר 4000 פוס לאַנג. אין דער לאַטיטיוד פון גריניטש איז שוין אַזאַ קרייז־טהייל 3800 פוס לאַנג, ווייל דיזער אָרט ליעגט ווייטער פון עקוואַטאָר אָדער נעהענטער צום נאָרד־פּאָל, איידער ניו יאָרק.

*   *   *

מיר רעכנען, אַז דער אויפמערקזאַמער לעזער האָט פערשטאַנען דעם ש כ ל פון אַזעלכע ערד־מעסטונגען אויף דעם גרונד פון די שיינבאַרע בעוועגונגען פון שטערן. אין ווייטערע בעטראַכטונגען איבער דיזען ענין קענען מיר זיך דאָ ניט אריינלאָזען, ווייל דאָס פּאָדערט, ווי שוין בעמערקט אויבען, ספּעציעלע קענטניסע אין מאַטעמאַטיק און אין דעם געברויך פון מעסטונגס־אינסטרומענטען, מיט וועלכע מיר וועלען זיך אַביסעל בעקענען אין נעקסטען קאַפּיטעל.

דאָ וועלען מיר נאָך בעמערקען, אַז די פּאָזיציעס פון דער לבנה אין איהרע מאָנאַטליכע וואַנדערונגען צווישען די פיקסע שטערן אויפ'ן הימעל דיענען ווי אַ ר ע ג ו ל אַ ט אָ ר, ווי דער פ י נ ק ט ל י כ־ ס ט ע ר כ ר אָ נ אָ מ ע ט ע ר, פאַר שיפס־קאַפּיטאַנען. פון ערשטען בליק דוכט זיך, אַז די לבנה מאַכט דורך יעדען מאָנאַט אַלץ דעם זעלבען וועג; ווען מיר וואָלטען אָבער נאָכגעשפּירט איהרע בעוועגונגען אַזוי אויפמערקזאַם און פּינקטליך, ווי אַסטראָנאָמען האָבען עס געטאָן און טהוען עס אין זייערע אָבסערוואַטאָריעס, וואָלטען מיר אויך געזעהן, ווי איהרע וועגען ענדערען זיך און ווי דאָס דיענט אַלס ו ו ע ג־ו ו י י ז ע ר און ז י י ג ע ר אויף אירגענד וועלכען אָרט, ווען מען ווייס נור, ווי זיך צו בענוצען מיט די טאַבעלען אין די אַלמאַנאַכען, וועלכע ווערען ספּעציעל צוזאַמענגעשטעלט פאַר שיפס־קאַפּיטאַנען, ווי דאָס איז שוין בעמערקט געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל 35.

פאַר די זעלבע צוועקען דיענען אויך די לבנות פון יופּיטער (זעה קאַפּיטעל 18); אָבער ניט אַזוי גוט ווי אונזער איינציגע בעגלייטערין.

נאָך אַ פּאָר בעמערקונגען, און מיר זיינען צו ענדע מיט דיזען קאַפּיטעל. מיר האַלטען אויך פאַר נויטיג צו ערקלערען דעם לעזער, וועלכער האָט אונז נאָכגעפאָלגט איבער דער הימעל־וועלט מיט אינ־

טערעס און מיט אַ וואונש טאַקע צו לערנען, אַז די ציייכנונג 114 שטעלט אייגענטליך פאַר ניט די ערד, נור דעם הימלישען געוועלב אַרום איהר. וואָס אַנבעלאַנגט די צוטהיילונגען אין מערידיאַנען און פאַראַלעלען מאַכט עס קיין אונטערשיעד ניט. נור דער ערשטער הימלישער מערידיאַן ווערט גערעכענט אַנדערש, ווי דער ערדישער פאַר לאָנגיטיודען.

די לאָנגיטיודען פון שטערן ווערען נעמליך בעשטימט לויט זייערע דיסטאַנצען פון דעם מערידיאַן, וואָס ציהט זיך דורך דעם פונקט, וואו די קרייזען פון עקוואַטאָר און פון עקליפּטיק (מאַרקירט מיט די בוג שטאַבען IJ אויף דער ציייכנונג 114) איבערקרייצען זיך. דאָס איז עס דער קרייז פון דעם ערשטען הימלישען מערידיאַן, און דער פונקט, דורך וועלכען ער ציהט זיך, איז עס דער פונקט פון פריהלינגס-עקווינאָקס בשעת די ערד קרייצט איבער דעם הימלישען עקוואַטאָר אויף איהר אָרביט (זעה וועגען דעם די קאַפּיטלעך 41 און 42).

פון דעם דאָזיגען פונקט פאַנגען אָן אַסטראָנאָמען אַלע זייערע רעכנונגען און מעסטונגען. די ווייטקייט פון אַ שטערן פון דעם הימלישען עקוואַטאָר, צום נאָרד אָדער זיד, ווערט גערופען בלשון אַסטראָנאָמיע „דעקלינאַציאָן" און קאָרעספּאָנדירט גאַנץ גענוי צו דער לאַטיטיוד אויף דער ערד. די ווייטקייט פון אַ שטערן, אָנפאַנגענדיג פון דעם ערשטען הימלישען מערידיאַן, ווערט גערופען בלשון אַסטראָנאָמיע „רעכטע אַסענסיאָן" (אויפגאַנג צו דער רעכטער האַנד) און קאָרעספּאָנדירט מעהר אָדער ווייניגער נאָהענט צו די לאָנגיטיודען אויף דער ערד.

די „רעכטע אַסענסיאָן" ווערט אימער גערעכענט אין דער ריכטונג צו מזרח-זייט אין שטונדען, מינוטען און סעקונדען (רעכנענדיג נול אויפ'ן ערשטען הימלישען מערידיאַן) אַט ווי מאַרקירט אויפ'ן עקוואַטאָר פון דער ציייכנונג 114.

וואָס אַנבעלאַנגט די ליניע AB, שטעלט זי פאַר דעם קרייז פון אַ האָריזאָנט, וואו דער בעאָבאַכטער געפינט זיך. אַ שטערן וואָס וועט זיך דאָן געפינען אין דעם פונקט, וואָס ווערט מאַרקירט אויף דער ציייכנונג 114 מיט'ן בוכשטאַב Z (זעניט), וועט זיך אויסווייזען איז די אויגען פון דעם בעאָבאַכטער אויף דיזען אָרט גלייך איבער'ן קאָפּ.

ווען איהר, ליעבער לעזער, וועט טרעפען אין א בוך און אויך מאנ־בעס מאל אין א צייטונג אזעלכע אויסדריקע, ווי לאטיטיוד, לאנגי־טיוד, מערידיאן, דעקלינאציאן און רעכטע אסענסיאן, בשעת עס האנ־דעלט זיך וועגען ים־רייזען, געאגראפישע פאזיציעס פון שטעדט און לענדער, וועט איהר שוין וויסען ניט נור, וואס דאס בעדייטעט, זאנדערן אויך ווי אזוי מען ב ע ש ט י מ ט ע ס.

קאפיטעל 49.

רעפראקטיווע און רעפלעקטיווע טעלעסקאפען.

אז שטראהלען רעפראקטירען (ברעכען זיך) און אז דערביי ביל־דען זיך אויך ספעקטערס — דאס וויסען מיר שוין פון דעם קא־פיטעל 33, אין וועלכען עס איז ערקלערט געווארען, ווי אזוי מען קען דערגעהן מיט דער הילפע פון א ספעקטראסקאפ, וואס פאר יסודות עס געפינען זיך אויף דער זון און אויף שיינענדע הימלישע קערפערס בכלל. יעצט וועלען מיר איבערגעבען, ווי אזוי מען בענוצט זיך מיט דער דאזיגער מעלה פון שטראהלען ביי דער צוזאמענשטעלונג פון פער־גרעסערונגס־גלעזער, ספעציעל פון טעלעסקאפען.

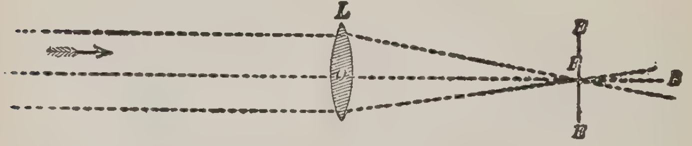
„די פראגע וועגען דעם, ווער עס האט דער ערשטער געמאכט א טעלעסקאפ", שרייבט פראפעסאר ניוקאם אין זיין פאפולערער אסט־ראנאמיע, „איז פיעל דיסקוטירט געווארען און וועט, וואהרשיינליך, קיין מאל ניט פערענטפערט ווערען אויף זיכער. אבער אויב מען זאל שטעלען די פראגע: ווער איז בערעכטיגט צו קריגען דעם קרע־דיט פאר דיזע ערפינדונג? מיינען מיר, אז די אנטווארט דארף זיין: „ג א ל י ל ע א".

יעדענפאלס איז דיזער ערהאבענער מאן און גרויסער זשעניע געוועזן דער ע ר ש ט ע ר אנצושטעלען א טעלעסקאפ אויפ'ן הימעל. דאס האט פאסירט אין 1609.

וואס מען איז דערגאנגען נאך לאנגע היסטארישע פארשונגען וועגען די ערשטע ערפינדער פון פערגרעסערונגס־גלעזער, דאס וועט

דער לעזער געפינען אין דער ביילאגע „ו“. דא וועלען מיר זיך בעקע־נען מיט זייער קאנסטרוקציאן.

דערצו איז צוערשט נויטיג צו וויסען, וואס עס פאסירט מיט א שטראהל, ווען ער וואנדערט דורך א גלעזעל אין דער פארם פון א לינז, ווי אויף דער צייכנונג 115. די שטראהלען פון א שיינענדען פונקט (פארגעשטעלט דורך געשטריכעלטע ליניעס) פאלען אין פארא־לעל ליניעס אויף דער לינז־גלעזעל L. נור בשעת זיי געהען ארויס פון דער דאזיגער גלעזעל זיינען זיי דאך א י ב ע ר ג ע ב ר א כ ע ן. מיר קענען זיי זעהען דאן צוזאמענגעקליבען אין א י י ן ב ע ש ט י מ ט ע ן פ ו נ ק ט, וואס מען רופט געוועהנליך פ א ק ו ס. אויף אונזער צייכנונג 115 איז דער דאזיגער פאקוס־פונקט בעצייכענט מיט'ן בוכשטאב F. ווען מיר זאלען זיך שטעלען, למשל, אין B׳ וועלען מיר זעהען א שיינענדען פונקט אין F אבוואהל דארטען איז אייגענטליך קיין זאך ניט פאראן, בלויז א צ ו ז א מ ע נ ט ר ע ף פון שטראהלען, וועלכע קומען פון א שיינענדען פונקט יוער ווייסט ווי ווייט, אט ווי פון א פיקסען שטערן, וואס זיין ווייטקייט פון אונז קען מען נאך אלץ ניט בעשטימען.



צייכנונג 115. — ווי עס בילדעט זיך א געשטאלט דורך א לינז־גלעזעל.

אויף דעם אסטראנאמישען לשון רופט מען דעם פונקט F (פאקוס): „די ג ע ש ט א ל ט פון דעם ראיעלען שיינענדען פונקט“. די ווייטקייט צווישען F און O (דעם מיטעלסטען פונקט פון דער גלעזעל) רופט מען: „די פאקאלע לענג פון דער לינז“. מען דארף ניט זיין קיין אפטיקער צו פערשטעהן, אז די דאזיגע לענג איז אבהענגיג פון דער גרויס און פארם פון דער לינז.

ווער עס האט זיך אמאל געשפיעלט מיט א זא־גענאנטער ב ר ע ן־ג ל ע ז ע ל, דער ווייס פון אייגענע ערפאהרונג, וואס א פאקוס איז. מען קען אנצינדען ניט נור א שוועבעלע, נור מאכען א

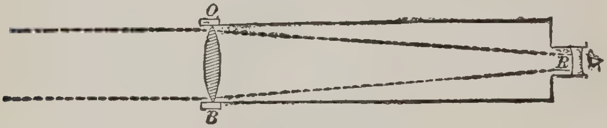
פייער, ווען מען האלט אזא גלעזעל א געוויסע צייט אנטקעגן די זון. אזעלכע ברען־גלעזלעך זיינען דאך, לויט זייער פארם, לינזען.

ווען אבער מען זאל, אנשטאט א שיינענדען פונקט, בעטראכטען א זאך פון א געוויסער גרויס, למשל, א לאמפ, א בוים, א טהורם, די לבנה, א. ז. וו., דאן וועט די אפשיינונג פון יעדען טהייל איהרען האבען איהר פאקוס אין א קארעספאנדירענדער פאזיציע צום פונקט F. יעדער פונקט פון דער שיינענדער זאך וועט האבען זיין געשטאלט אויף א געוויסען שטח, אט ווי אויף אונזער צייכנונג 115 אין דעם ארט, וואו עס געפינט זיך די ליניע EFE. אויף דעם אסטראנאמישען לשון רופט מען עס: דער פאקאלער שטח. אבער ווען מיר זאלען קוקען, שטעהענדיג אין B' אויף א שיינענדער זאך, וועלכע געפינט זיך הינטער דער גלעזעל L, וועלען מיר דיזע זאך זעהען אין EFE (דער שטח פון אלע פאקוסען פון דער דאזיגער שיינענדער זאך) אין אן איבערגעקעהרטער פאזיציע מיט׳ן קאפ אראפ, אט ווי, למשל, אין דער קאמערא אבסקורא פון א פאטאגראף.

ווען אבער אנשטאט צו קוקען מיט נאקעטע אויגען אויף דער געשטאלט פון א בעלויכטענער זאך, בשעת מען געפינט זיך אין B' זאל מען דארטען אנשטעלען א פערגרעסערונגס־גלעזעל, וועלען מיר שוין אזוי האבען א טעלעסקאפ אין זיין איינפאכסטער פארם. אט אזא טעלעסקאפ האט טאקע גאליליא צוזאמענגעשטעלט אין 1609. די צייכנונג 116 שטעלט עס פאר גאנץ דייטליך.

מיר האבען אויף דיזער צייכנונג צוויי גלעזלעך אין א רעהר: איינע א גרעסערע און א קאנוועקסע (אויסגעבויגענע דרויסען), מארקירט מיט די בוכשטאבען OB; די אנדערע איז א קלענערע און א קאנקאווע (איינגעבויגען אינעוועניג), מארקירט מיט׳ן בוכשטאב R (אנטקעגען דעם צייכען פון אן אויג). די קאנוועקסע גלעזעל ווערט געוועהנליך גערופען אביעקטיוו (ענגליש אויסגעשפראכען: אבדזשעקטיוו), ווייל זי בעקומט די שטראהלען פון דער זאך, וועלכע מען בעאבאכטעט. די קאנקאווע גלעזער ווערט געוועהנליך גערופען אקולאר, וואס עס מיינט פשוט: אויג־גלעזעל, ווייל דורך איהר קוקט מען.

טאָמער איז דאָס אייך, לעזער ניט פערשטענדליך, בעטראַכט די גלעזלעך פון אַ געוועהנליכען בינאָקל אָדער אָפּערא־גלאָז . יעדע רעהר פון אזא ב י נ אָ ק ל איז אייגענטליך אַ טעלעסקאָפּ, אַט אַזוי ווי איבערגעגעבען אויף דער צייכנונג 116. די צוויי גלעזלעך, וואָס מען האַלט לעבען די אויגען, זיינען עס די אָ ק ו ל אַ ר ע ן (זיי זיינען קאָנקאַווע), און די צוויי גלעזלעך, וואָס זיינען אַנגעשטעלט אויף זאַכען, וועלכע מען וויל בעטראַכטען, זיינען עס די אָ ב י ע ק ט י־ ו ו ע ן. די מעלה פון דעם אָביעקטיוו איז צו ברענגען די געשטאַלט פון אַ ווייטער זאַך נ אָ ה ע נ ט, און די מעלה פון דעם אָקולאַר איז צו פ ע ר ג ר ע ס ע ר ע ן דיזע געשטאַלט. אַ טעלעסקאָפּ איז, אַלזאָ, אַן אינסטרומענט צו ד ע ר נ ע ה ע נ ט ע ר ע ן אַ זאַך (גע־נויער גערעדט: צו ברענגען נאָהענט איהר געשטאַלט) און אין דער זעלבער צייט צו פ ע ר ג ר ע ס ע ר ע ן איהר.



צייכנונג 116. — אַן איינפאַכער טעלעסקאָפּ, ווי גאַלילעאָ'ס (די געשטרי־כעלטע ליניען שטעלען פאָר די ריכטונג פון די שטראַהלען).

עס פערשטעהט זיך, אַז דערביי דאַרפען דיזע גלעזלעך געשטעלט ווערען אַזוי ווייט איינע פון די אַנדערע, אַז מען זאָל קענען וואָס ב ע ס ע ר און ד י י ט ל י כ ע ר בעטראַכטען די זאַכען, אויף וועלכע מען שטעלט אַן דעם טעלעסקאָפּ. אין אַ בינאָקל דערגרייכט מען עס מיט דער הילפע פון אַ שרויף, דרוך וועלכען מען קען מאַכען ל ע נ ג ע ר אָדער ק י ר צ ע ר די רעהרען צווישען די אָביעקטיוווען און אָקולאַרען. יעדער איינער קען אַזוי לייכט צ ו מ ע ס ט ע ן אַ בינאָקל צו זיינע אויגען, ריכטיגער גערעדט, צו זיין ריאה, דרעהענדיג דעם שרויף, אום אויסצוגעפינען דעם פאָקוס־שטח אַזוי גענוי ווי דאָס איז נור מעגליך פאַר איהם.

די פערגרעסערונגס־קראַפט פון אַ טעלעסקאָפּ הענגט אָפּ פון די פערהעלטניסמעסיגע פאָקאַלע לענג פון זיין אָביעקטיוו און פון זיין אָקולאַר. וואָס גרעסער עס איז די פאָקאַלע לענג פון דעם אָביעקטיוו

(דאָס איז די שטרעקע צווישען O און F אויף דער צייכנונג 115)—
אַלץ גרעסער וועט זיין די געשטאַלט פון דער בעטראַכטער זאַך; און וואָס קלענער עס איז די פאָקאַלע לענג פון דעם אָקולאַר, אַלץ נעהענטער איז דאָך די אויג פון דעם בעאָבאַכטער צו דעו' דאָזיגער געשטאַלט, און דאָרום וועט זי זיך אויסווייזען אויף גרעסער.

די פערגרעסערונגס־קראַפט פון אַ טעלעסקאָפּ ווערט אויסגע־רעכענט, ווי דאָס ווערט ערקלערט אין דער אָבטהיילונג פון פיזיק, וואָס ווערט גערופען אָפּטיק. דאָ איז, זעלבסטפערשטענדליך, ניט דער פּלאַץ פאַר אַזעלכע אויסרעכנונגען. פאַר אונז איז דאָך גענוג צו בענעהמען דעם פּרינציפּ דערפון, צו בעגרייפען דעם שכל פון אַזאַ אינסטרומענט, ווי אַ זעה־גלאָז. די אונטערשטע שורה איז, אַז די פערגרעסערונגס־קראַפט פון אַ טעלעסקאָפּ ווערט בעשטימט, ווען מען צוטהיילט די פאָקאַלע לענג פון זיין אָביעקטיוו אויף דער פאָקאַלער לענג פון זיין אָקולאַר. למשל, ווען די פאָקאַלע לענג פון אַן אָביעקטיוו איז 36 צאָלל און פון דעם אָקולאַר — דריי־פערטעל פון אַ צאָלל, דאַן בלייבט אונז צו טהיילען 36 אויף דריי־פערטעל, אום צו וויסען, ווי גרויס עס איז די פערגרעסערונגס־קראַפט פון אַזאַ טע־לעסקאָפּ, און דאָס איז נעמליך 48. אין פאַל די פאָקאַלע לענגען פוןביידע גלעזער זאָלען זיין גלייך, דאַן וועט אַזאַ טעלעסקאָפּ לאָזען זעהען די געשטאַלטען פון די זאַכען אין זייער נאַטירליכער גרויס.

פּראָבירט קוקען פערקעהרט דורך אַ בינאָקל, דאָס הייסט: האַלטען די אָביעקטיוועז לעבען די אויגען, וועט איהר זעהען זאַכען פערקלענערט אין דער זעלבער פּראָפּאָרציע, ווי מען זעהט זיי פערגרעסערט, בשעת מען קוקט דורך די אָקולאַרען.

נון, מען דאַרף ניט זיין קיין אָפּטיקער צו פערשטעהן, אַז וואָס קלענער מען וועט מאַכען דעם אָקולאַר פון אַ טעלעסקאָפּ, אַלץ שטאַר־קער וועט ווערען זיין פערגרעסערונגס־קראַפט. אָט, למשל, ווען מיר ווילען, אַז אַ טעלעסקאָפּ, וואָס די פאָקאַלע לענג פון זיין אָביעקטיוו איז 36 צאָלל, זאָל פערגרעסערען 3600 מאָל, דאַן בלייבט נור אַריינצושטעלען אין רעהר אַזאַ אָקולאַר, וואָס זיין פאָקאַלע לענג זאָל זיין אַ הונדערטעל פון אַ צאָלל.

* * *

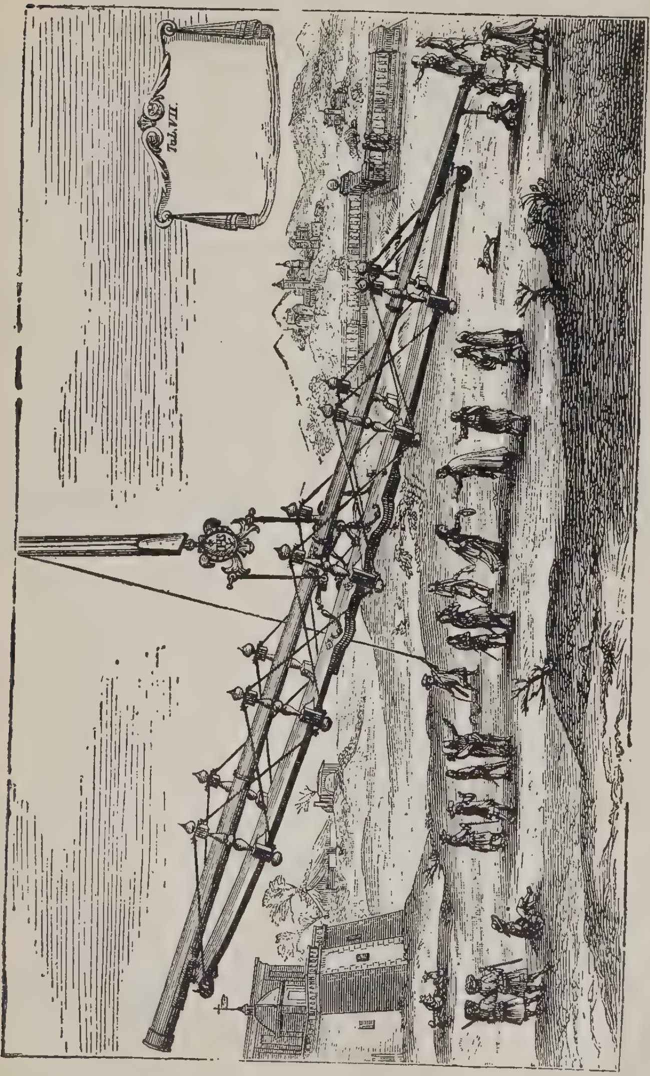
אזוי איז עס אין דער טהעאָריע. אין דער פּראַקטיקע אָבער איז עס שווער אויסצופיהרען. פערשיעדענע טעכנישע שטערונגען שטע־הען אין וועג, און מען קען דאָן ניט בעקומען אַ דייטליכע געשטאַלט.

מיר ווייסען דאָך שוין (זעה קאַפּיטעל 36), אַז בשעת זונען־שטראַהלען וואַנדערען דורך אַ פּריזם, בעקומט מען אַ ספּעקטער מיט די פאַרבען פון אַ רעגען־בויגען. אַזוי איז עס אויך בשעת זיי וואַנדערן דורך אַן אָביעקטיוו פון אַ טעלעסקאָפּ און בכלל דורך אַ קיילעכדיגע גלעזעל. איינער פון די רעזולטאַטען דערפון איז, וואָס ניט אַלע שטראַה־לען ווערען צוזאַמענגעבראַכט אין דעם זעלבען פּאָקוס (די רויטע שטראַהלען ווערען נעמליך זיין ווייטער, די וויאָלעט — נעהענטער, און די אַנדערע — צווישען זיי), זאָ דאָס מען זעהט אַ געפאַרבטע און דאַרום אַ ניט־קלאָרע געשטאַלט פון אַ זאַך.

אויף דעם וויסענשאַפטליכען לשון רופט מען עס „כראָמאַטישע אַבעראַציאָן“ (דאָס מיינט: פאַרבענדע אָדער קאָלירענדע אָפּווייכונג אָדער צוזאַמענמישונג). ווען מען געברויכט אַ טעלעסקאָפּ מיט אַ פער־העלטניסמעסיג קליינער פערגרעסערונגס־קראַפט איז די דאָזיגע אַבע־ראַציאָן אָדער צומישענעס פון געשטאַלט, אַ שוואַכע, און נור ביי די ברעגען פון דער געשטאַלט ווערט מען זעהען אַ קאָלירטע פרענז.

מיט דער דאָזיגער שוועריגקייט האָבען זיך צוזאַמענגעטראָפען די נאָכפאָלגער פון גאַלילעאָ, ווען זיי האָבען געוואָלט צוזאַמענשטעלען בעסערע און שאַרפערע טעלעסקאָפּען. און ווען מען האָט אויסגע־פונען, אַז מען קען פערקלענערען די כראָמאַטישע אַבעראַציאָן דורך פערלענגערען די רעהרען פון טעלעסקאָפּען, האָבען אַסטראָנאָמען אין 17טען יאָהרהונדערט אָנגעפאַנגען צוזאַמענצושטעלען אַזעלכע לאַנגע טעלעסקאָפּען, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 117. דער בעריהמטער דייטשער אַסטראָנאָם העוועליוס (1687—1611) האָט אויך געמאַכט בעאָבאַכטונגען דורך אַ טעלעסקאָפּ, וואָס זיין רעהר איז געווען 150 פוס לאַנג.

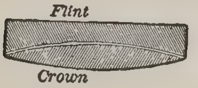
עס איז איבעריג צו בעמערקען, אַז עס איז געווען זעהר שווער צו מאַכען און אונבעקוועם צו געברויכען אַזעלכע לאַנגע טעלעסקאָ־פּען. נור מען האָט זיך אַנדערש ניט געקענט העלפען, ווען מען האָט געוואָלט אַלץ דייטליכער זעהען הימלישע קערפּערס, ביז אַן ענגלי־שער אָפּטיקער מיט'ן נאָמען דזשאָהן דאָלאָנד האָט ער־



צייכנונג 117. — אַ לאַנגער טעלעסקאָפּ פון 17טען יאָהרהונדערט.

פונדען אַז אַכראָמאַטישען (ניט קאָלירענדען) טעלעסקאָפּ. דיזע וויכטיגע ערפינדונג, וועלכע איז געמאַכט געוואָרען אין אַ יאָהר 150 אַרום נאָך גאַלילעאָ'ס ערשטען טעלעסקאָפּ, בעשטעהט אין אַ געוויסע פערבינדונג פון צוויי לינזען אויס פערשיעדענע סאָרטען גלאָז. איינע פון זיי איז אַ קאָנוועקסע און די אַנדערע איז אַ קאָנקאַווע, אַט ווי אויף דער צייכנונג 118.

מען דאַרף וויסען, אַז ניט אַלע סאָרטען גלאָז רעפראַקטירען און גיבען ספּעקטערס אין אַ גלייכער מאָס. די פאַנאַנדערשיידונג פון ליכט אין פּריזמאַטישע קאָלירען אָדער ספּעקטערס ווערט געוועהנליך גערופען דיספּערסיאָן. מאַכענדיג אָפּטישע פּראָבעס מיט פערשיעדענע סאָרטען גלאָז, האָבען דאָלאָנד, ווי אויך דער גרויסער דייטשער מאַטעמאַטיקער אוילער, אויסגעפונען, דאָס וועהרענד פּריזמען פון דעם סאָרט גלאָז, וואָס ווערט גערופען אויף ענגליש „פלינט" (דאָס איז קריסטאַל־גלאָז, וואָס ענטהאַלט אין זיך בליי), האָבען די מעלה צו דיספּערסירען כמעט צוויי מאָל מעהר פאַר פּריזמען פון דעם סאָרט אָפּטישע גלאָז, וואָס ווערט אויף ענגליש גערופען „קראַון", רעפראַקטירען זיי אָבער ביידע כמעט גלייך.



צייכנונג 118. — אַן אַכראָמאַטישער אָביעקטיוו.

פאַר אַ טעלעסקאָפּ איז נויטיג צו בענוצען זיך מיט דער רע־פראַקציאָן פון ליכט, זאָנסט קען מען דאָך ניט האָבען אַ פאָקוס (בע־טראַכט די צייכנונג 115). אָבער די דיספּערסיאָן איז שעדליך, ווייל דורך דעם ווערען די געשטאַלטען פון די בעאָבאַכטעטע זאַכען גע־מאַכט אונדייטליך דורך קאָלאָרירונג, ווי אויבען אָנגעוויזען. אום אויסצומיידען די דיספּערסיאָן, זאָ דאָס מען זאָל קענען בעקומען אַ דייטליכע געשטאַלט פון די בעאָבאַכטעטע זאַכען, האָט דאָלאָנד צו־זאַמענגעשטעלט אַ קאָנוועקסע לינז פון קראַון־גלאָז מיט אַ קאָנקאַווע לינז פון פלינט־גלאָז אַזוי, אַז זייער רעפראַקציאָן און דיספּערסיאָן זאָלען פאַרקומען אין געגענזייטיגע ריכטונגען. נור די לינז פון קראַון־גלאָז זאָל רעפראַקטירען צוויי מאָל שטאַרקער פאַר דער לינז פון פלינט־גלאָז.

דאָס האָט ער אויסגעפיהרט דורך אַ בעשטימטע שלייפונג פון די לינזען, ווי דאָס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 118. דער שכל דערפון איז אַ גאַנץ איינפאַכער. מיר זעהען דאָ, אַז די לינז פון קראַון־גלאַז איז אויסגעבויגען אין ביידע זייטען, ווערהענד די לינז פון פלינט־גלאַז איז איינגעבויגען בלויז אין איין זייט, און די אנדער זייט איז אויסגעשליפען פלאַך. דורך אַזאַ אויסשלייפונג פערליערט די פלינט־גלעזעל אַ העלפט פון איהר רע־פראַקטיווער און דיספערסיווער קראַפט. אָבער אַזוי ווי די דעספער־סיאָן פון פלינט־גלאַז איז דאָך אין אַלגעמיין צווייַ מאָל אַזוי גרויס, ווי די דיספערסיאָן פון קראַון־גלאַז, דאַרום ווערען אין דיזען פאַל ביידע גלעזלעך אַרויסווייזען אַ גלייכע דיס־פערסיווע קראַפט, און אַזוי ווי די ריכטונגען פון די שטראַהלען דורך זיי זיינען אַנטקעגעניגע, איינע געגען די אַנדערע, ווערט די קאָלאָרירונג דורך דעם אָבגעשאַפט און מען בעקומט אַזוי אַן אַכראָמאַטישען אָביעקטיוו.

וואָס אָנבעלאַנגט אָבער די רעפראַקציאָן, וועט זי דערביי ניט אָבגעשאַפט ווערען, נור וועט בלויז פערקלענערט ווערען אויף אַ העלפט, ווייל ביידע סאָרטען בעזיצען, ווי געזאָגט, אַ גלייכע רעפראַקטיווע קראַפט, נור די קראַון־גלעזעל רעפראַקטירט צוויי מאָל מעהר צוליעב איהר צווייזייטיגע אויסגע־בויגענקייט אין פערגלייך מיט דער פלינט־גלעזעל, וועלכע איז נור איינגעבויגען אין איין זייט.

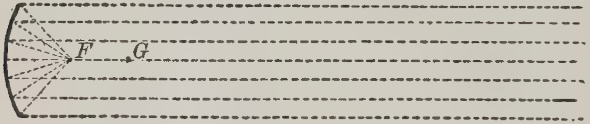
קורץ, אַזוי בעקומט מען אָביעקטיווען, וועלכע ברעכען ליכט־שטראַהלען, אָבער צושטערען די ספעקטערס. די געשטאַלטען אין אַ טעלעסקאָפּ מיט אַזעלכע אָביעקטיווען זעהט מען דאַן אַזוי דייטליך און אָהן קאָלירען, ווי ווייט מען איז נור אין שטאַנד צו פּראָדוצירען און צו שלייפען לינזען און צוזאַמענצושטעלען טעלעסקאָפּען לויט די פאָרשריפטען פון פיזיק און לויט מאַטעמאַטישע רעכנונגען.

* * *

אַזעלכע אַכראָמאַטישע אָביעקטיווען ווערען געברויכט אין אַלע טעלעסקאָפּען. וועלכע טראָגען דעם אַלגעמיינעם נאָמען רעפראַק־טיווע. עס איז אָבער פאַראַן אַן אַנדער מין טעלעסקאָפּען, וואָס

זיינען אבהענגינג ניט פון דער רעפראקציאָן, נור פון דער רעפלעק־ציאָן פון שטראַהלען. מען זעהט אין זיי זאכען פון דערווייטענס מיט דער הילפע פון קאָנקאַווע שפּיגלען, וועלכע שלאָגען אָפּ די שטראהלען און קלייבען זיי צוזאמען אין א פאָקוס, ווי פאָרגע־שטעלט אויף דער צייכנונג 119. אַזעלכע טעלעסקאָפּען טראַגען דא־רום דעם נאָמען רעפלעקטיווע.

עס איז נאָך ניט פעסטגעשטעלט, ווער עס איז געווען דער ערפינ־דער פון אזא מין טעלעסקאָפּ; אבער עס איז זיכער, אז סער אייזעק ניוטאָן איז געווען צווישען די ערשטע אזעלכען איינצופיהרען ספּע־ציעל דעריבער, ווייל מען האט אלץ געזוכט מיטלען, ווי צו אויסצו־מיידען די כראָמאַטישע אבעראציאָן, אום צו בעקומען דייטליכע און ניט־קאָלאָרירטע געשטאַלטען פון זאכען.



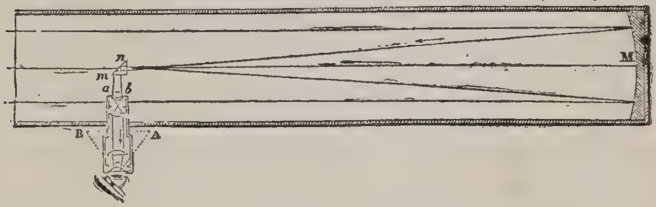
צייכנונג 119.—ווי שטראַהלען ווערען רעפלעקטירט פון אַ קאָנקאַווע שפּיעגעל.

די ערפינדונג פון רעפלעקטיווע טעלעסקאָפּען איז געמאכט גע־ווארען בעפאר לאָלאַנד'ס ערפינדונג פון אכראָמאַטישע אָביעקטי־ווען. דער שכל דערפון איז א גאַנץ איינפאכער. די פּאראלעלע שטראַהלען פון א זאך פאלען אויף א קאָנקאַוועד שפּיגעל. אויף דער צייכנונג 119 זיינען דיזע שטראַהלען אויך פאָרגעשטעלט דורך גע־שטריכעלטע ליניעס. זיי ווערען דאָן אָבגעשפּיגעלט און טרעפען זיך צוזאמען אין דעם פאָקוס (מארקירט מיט'ן בוכשטאב F), וועלכע געפינט זיך צווישען דער שפּיגעל און דעם צענטער פון איהר בויגען (מארקירט מיט'ן בוכשטאב G). אזא שפּיגעל ווערט גערופען בלשון אסטראָנאָמיע ספּעקולום.

מען בעקומט דורך דעם די געשטאַלט פון א זאך אין דעם פּאָקוס־שטח, אזוי ווי אין א רעפראַקטיווען טעלעסקאָפּ; נור אָהן כראָ־מאַטיזם אָדער קאָלאָרירונג, ווייל די שטראַהלען ווערען ניט

רעפראַקטירט (ניט געבראָכען). און ווען מען קוקט אויף דיזע גע־שטאַלט דורך אַן אָקולאַר, זעהט מען איהר פ ע ר ג ר ע ס ע ר ט.

דערביי אָבער שטויסט מען זיך אָן אויף אַזאַ שוועריגקייט, וועל־כע קען גאַר ניט פאָרקומען אין אַ רעפראַקטיווען טעלעסקאָפּ, און דאָס איז נעמליך, וואָס די זאַך און איהר געשטאַלט געפינען זיך אויף א י י ן א ו ן ד ע ר ז ע ל ב ע ר ז י י ט א נ ט ק ע ג ע ן דער שפּיגעל. אום צו זעהן די געשטאַלט פון דער זאַך, מוז מען האַלטען דעם אָקולאַר צווישען F און G (בעטראַכט די צייכנונג 119), אָבער דאַן פ ע ר ד ו נ ק ע ל ט מען און מען פ ע ר ש ט ע ל ט דעם שיין דורך דעם קערפּער פון דעם בעאָבאַכטער.

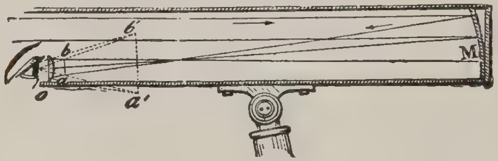


צייכנונג 120.—אַ רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ נאָך ניוטאָן'ס מוסטער.

אום צו בעזייטיגען דיזע שטערונג, האָט מען דריי מיטלען, ווי דאָס איז אָנגעוויזען געוואָרען פון ניוטאָן, הערשעל און גרעגאָרי.

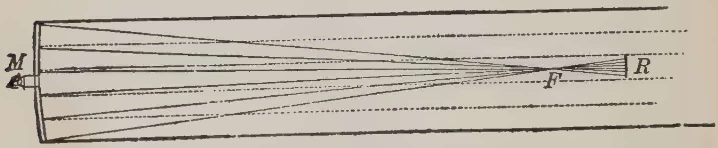
ניוטאָן'ס מיטעל בעשטעהט אין דעם, דאָס גראַדע אין דעם פאָקוס פון דעם ספּעקולום (שפּיגעל) ווערט געשטעלט אַ פלאַכע שפּיגעל אין אַ ווינקעל פון 45 גראַד אַנטקעגען אַ טעלעסקאָפּ, דורך־וועלכען מען קוקט, אָט ווי דאָס איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 120. די שטראַהלען פון, למשל, אַ שטערן פאַלען אויף דעם ספּעקולום (מאַרקירט מיט'ן בוכשטאַב M) און ווערען רעפלעקטירט ביז צו דער פלאַכער שפּיגעלע (אָנשטאָט אַ שפּיגעלע ווערט געברויכט אַ קליינע פּריזם, מאַרקירט מיט די בוכשטאַבען mn אויף דער צייכ־נונג 120), פון וואַנען זיי ברעכען זיך אריין אין דעם טעלעסקאָפּ BA וואָס ווערט אריינגעשטעלט אין אַן עפענונג פון רעהר פון דעם רעפלעקטאָר. דער בעאָבאַכטער האַלט זיין אויג לעבען דעם קליינעם טעלעסקאָפּ און זעהט דאָרטען די ג ע ש ט א ל ט פ ו ן ד ע ר ג ע ש ט א ל ט, וואָס ווערט רעפלעקטירט פון ספּעקולום.

הערשעל'ס מיטעל בעשמעהט פשוט אין דעם, וואס מען שטעלט אוועק דעם ספעקולום אביסעל צוגעבויגען, אט ווי פארגע־שטעלט אויף דער צייכנונג 121. די געשטאלט בעקומט מען דאן לע־בען א זייט פון דער רעהר, אבער ניט אין מיטען. מען קען אזוי בעאבאכטען די געשטאלט, ניט אריינרוקענדיג דעם קאפ אין דער רעהר און ניט פערשטעלענדיג דערביי א טהייל פון שיין.



צייכנונג 121. — רעפלעקטיווער טעלעסקאפ נאך הערשעל'ס מוסטער.

גרעגארי'ס מיטעל בעשטעהט אין דעם, וואס אין מיטען פון דעם ספעקולום מאכט מען אן עפענונג פאר אן אקולאר, אט ווי פארגע־שטעלט אויף דער צייכנונג 122. אנטקעגען דעם פאקוס (F) ווערט געשטעלט א קליינע שפיגעל (מארקירט מיט'ן בוכשטאב R) אזוי, אז די אבשפיגלונג פון דער געשטאלט אין F זאל מען קענען זעהען דורך דעם אקולאר אין M.



צייכנונג 122. — א רעפלעקטיווער טעלעסקאפ נאך גרעגארי'ס מוסטער.

וואס אנבעלאנגט די אנווענדונג פון רעפראקטיווע און רעפלעקטיווע טעלעסקאפען אין אבסערוואטאריעס, וועלען מיר עס זעהען אין נעקסטען קאפיטעל.

קאַפּיטעל 50.

די אַנווענדונג פון טעלעסקאָפּען.

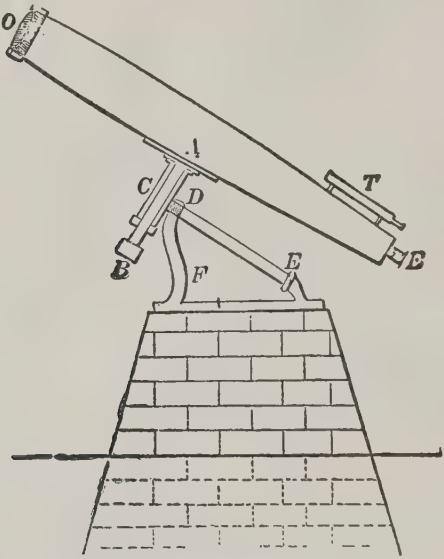
מען דאַרף אַ סך פּראַקטיצירען, אום צו קענען זיך בענוצען מיט אַ גוטען טעלעסקאָפּ פיר שטערן־זעהעריי. דערצו איז אויך נויטיג צו וויסען, ווי צו געברויכען די ספּעציעלע אַפּאַראַטען אַלס צוגאָב צו אַ גרויסען טעלעסקאָפּ.

די הויפּט־שוועריגקייט ביי דער בעאָבאַכטונג פון שטערן בעשטעהט אין דעם, וואָס אונזער אַלעמענס גרויסע אָבסערוואַטאָריע, דער ערד־קוגעל גופא, בלייבט ניט אויף איין אָרט, נור בעוועגט זיך אַלץ, ווי מיר ווייסען עס שוין פון די פאָריגע קאַפּיטלעך. ווען די ערד וואָלט געווען אונבעוועגליך, וואָלט גענוג געווען איין מאָל אָנצושטעלען אַ טעלעסקאָפּ אויף אַ שטערן און נאַכהער מאַכען בעאָבאַכטונגען, ווען מען האָט חשק און צייט דערצו. אָבער אַזוי ווי די ערד דרעהט זיך דאָך אַלץ, און בשעת מען געברויכט אַ טעלעסקאָפּ, ווערען די שיינבאַרע בעוועגונגען פון די הימלישע קערפּערס שנעלער אין פּראָפּאָרציע צו דער פערגרעסערונגס־קראַפט פון דיזען אינסטרומענט, דאַרום איז עס ניט נור שווער ריכטיג אָנצושטעלען אַ גרויסען טעלעסקאָפּ אויף אַ בעשטימטען שטערן, זאָנדערן מען האָט נאַכהער קוים צייט צו בעאָבאַכטען איהם, ווייל ער פערשווינדעט שנעל פון דעם, ווי מען זאָגט עס, „פעלד פון טעלעסקאָפּ“.

ווען עס געלינגט שוין נאָך לאַנגע מאַטערנעסען און צופּאַסונגען, אָנצושטעלען ריכטיג אַ טעלעסקאָפּ אויף אַזאַ, למשל, העלען פיקסען שטערן ווי סיריוס, איז איידער מען קען איהם גוט בעטראַכטען, דרעהט ער זיך אַרויס פון דעם פעלד פון דעם טעלעסקאָפּ. היינט ווי שווער קומט עס שוין אַן, ווען מען וויל בעאָבאַכטען אַ פּלאַנעט, וועלכע מאַכט דאָך דורך אין יעדען מאָמענט איהרע אייגענע וואַנדערונגען.

דאַרום האָט מען אין אָבסערוואַטאָריעס איינגעריכט אַזעלכע טעלעסקאָפּען, וואָס זאָלען אַ ל י י ן נאָכפאָלגען מעכאַניש די

שיינבאַרע בעוועגונגען פון שטערן. ווי אַזוי אַזאַ טעלעסקאָפּ ווערט איינגעפיקסט, איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 123.



צייכנונג 123. — אַ טעלעסקאָפּ נאָכצופאָלגען די שיינבאַרע בעוועגונג פון אַ שטערן.

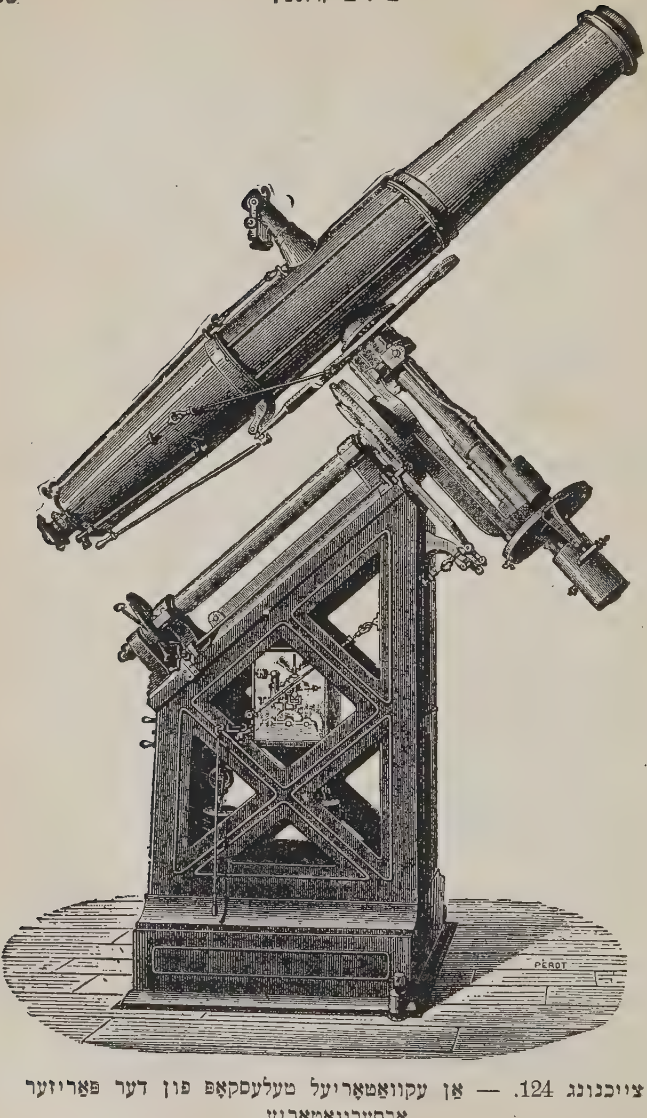
דער אויפמערקזאַמער לעזער פערשטעהט שוין אַליין, אַז אין דער גרויסער רעהר איז O דער אָביעקטיוו און E — דער אָקולאַר. דיזע רעהר איז צוגעפיקסט אין A צו אַן אַקס, וואָס קען זיך דרעהען אין דעם צילינדער C מיט דער הילפע פון דער הענטעל B. דער צילינדער C איז ווידער צוגעפיקסט צו אַן אַנדער אַקס, מאַר־קירט מיט די בוכשטאַבען DE, וועלכע איז אַזוי צוגעפעסטיגט צו דער אָנשפּאַרונג F, אַז זי זאָל אָנווייזען צום פּאָל פון הימעל. מען רופט דאַרום די דאָזיגע אַקס — DE פּאָלאַר־אַקס. די אַקס AB ווערט גערופען דעקלינאַציאָן־אַקס. זיי זיינען פּערפּענדיקולער איינע צו דער אַנדערער.

אזא איינגעפיקסטער טעלעסקאָפּ קען, אַלזאָ, געדרעהט ווערען אין צווייי ריכטונגען, ווי דער בעאָבאַכטער וויל עס האָבען: אַרום דער פּאָלאַר־אַקס DE (צוזאַמען מיט דער דעקלינאַ־ציאָן־אַקס AE) און אַרום דער דעקלינאַציאָן־אַקס AB. אין דער פּאָזיציע, ווי מיר האָבען עס אויף דער צייכנונג 123, איז די אַקס פון דעם טעלעסקאָפּ (נעמליך: די ליניע פון O ביז E) פּאַראַלעל צו דער פּאָלאַר־אַקס DE. צו דיזען גרויסען טעלעסקאָפּ איז נאָך צוגעפיקסט אַ קליינער, מאַרקירט אויף דער צייכנונג 123 מיט'ן בוכשטאַב T. מען רופט איהם געוועהנליך: „דער אויסגעפינער“ (אויף ענגליש: „פאינדער“), ווייל ער דיענט צו קענען שנעלער און לייכטער אויסגעפינען די פּאָזיציע פון דעם געזוכטען שטערן אויפ'ן הימעל. ווען מען בענוצט זיך מיט אַ קליינעם טעלעסקאָפּ, איז ניט נויטיג צו זיין אזוי גענוי און פּינקטליך, ווי בשעת מען געברויכט אַ גרויסען טעלעסקאָפּ. נור אַז מען בעמערקט דורך דעם קליינעם טע־לעסקאָפּ T אַ שטערן, דאַן בלייבט אָנצושטעלען און צו צופּאַסען דעם גרויסען אזוי, אַז דער דאָזיגער שטערן זאָל אויסקומען גראַדע אין מיטען פון זיין זעהונגס־פעלד.

אום דער שטערן זאָל דאַן קענען בלייבען אַ לענגערע צייט אין צענטער פון דעם זעהונגס־פעלד פון אַ גרויסען טעלעסקאָפּ, בלייבט נור איינצופיקסען אַזאַ מעכאַניזם, ווי אַ זייגער, וואָס זאָל איהם דרע־הען אַרום דער פּאָלאַר אַקס DE מיט דער זעלבער שנעלקייט, ווי די ערד דרעהט זיך אַרום איהר אַקס, נור אין אַ פּערקעהרטע ריכטונג.

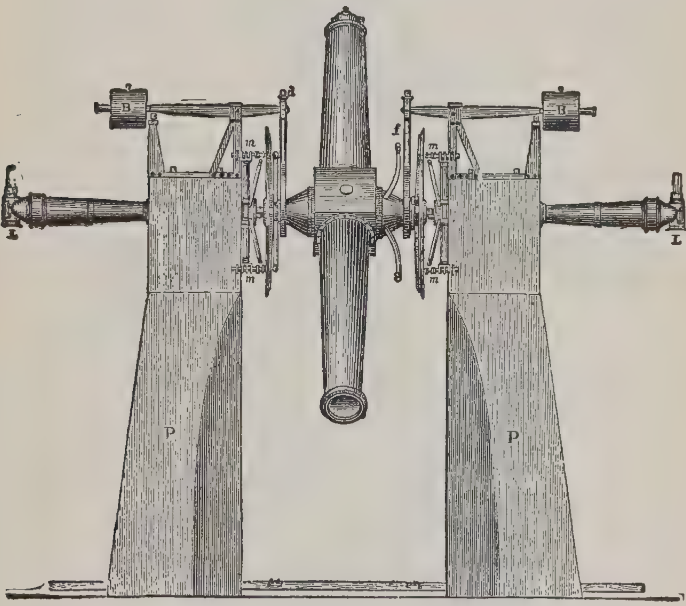
און אַזוי טהוט מען טאַקע אין אַלע אָבסערוואַטאָריעס. אויב דער מעכאַניזם וואָס דרעהט דעם טעלעסקאָפּ אַרום דער פּאָלאַר־אַקס DE פון מזרח צו מערב (פּערקעהרט ווי די טעגליכע בעוועגונג פון דער ערד) איז אַזוי פּינקטליך, ווי דער בעסטער כראָנאָמעטער, דאַן וועט דער בעאָבאַכטער אַלץ זעהען דעם זעלבען שטערן, זיצענדיג אָדער שטעהענדיג לעבען דעם אָקולאַר פון זיין טעלעסקאָפּ.

ווי עס זעהט אויס אַזאַ טעלעסקאָפּ מיט אַלע אַפּאַראַטען און מעכאַניזמען, וועלכע זיינען נויטיג צו ברענגען איהם אין בעווע־גונג אַרום זיין פּאָלאַר־אַקס, איז פאַרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 124. אַזעלכער געפינט זיך אין דער פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע און ווערט



צייכנונג 124. — אַן עקוואַטאָריעל טעלעסקאָפּ פון דער פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע.

געוועהנליך גערופען „עקוואטאריאל", ווייל זיין זייגער־מעסיגער מע־כאניזם מאכט איהם זיך דרעהען אין א שטח, וואס איז פאראלעל צום עקוואטאר. איינצעלהייטען איבער אזעלכע טעלעסקאפען מיט אלע נויטיגע אפאראטען צו מעסטען ווינקלען און מיט מעכא־ניזמען פיר בעוועגונגען געפינט מען אין ספעציעלע ביכער פאר אפ־טיקער און אסטראנאמען.



צייכנונג 125.—מערידיאן־צירקעל פון דער וואשינגטאנער אבסערוואטאריע.

דער וויכטיגסטער אינסטרומענט אבער פאר אסטראנאמישע מעס־טונגען איז א טעלעסקאפ, וואס איז אזוי איינגעפיקסט, אז ער זאל שטענדיג צייגען דעם מערידיאן. מען רופט איהם דארום דער „מערידיאן־צירקעל". דאס איז דער פונדאמענ־טאלער אינסטרומענט פון יעדער אבסערוואטאריע. ווי אזוי ער זעהט

אויס, איז אילוסטרירט אויף דער צייכנונג 125. לאָזענדיג אָן אַ זייט די אַלע רעדלעך, שרייפעלעך און מעכאַניזמען, וועלכע זיינען נויטיג פאַר די אַסטראָנאָמישע גענויאיגקייטען ביי בעאָבאַכטונגען, איז דאָס פּשוט אַ טעלעסקאָפּ, וואָס קען זיך בעוועגען ארום אַן אַקס, וועלכע ליגט ה אָ ר י ז אָ נ ט אַ ל אויף צוויי זיילען. ווען דיזע האָריזאָנטאַלע אַקס ליגט אין דער ריכטונג פון מזרח צו מערב און דער טעלעסקאָפּ איז ארויפגעזעצט פּ ע ר פּ ע נ ד י ק ו ל ע ר צו דיזער אַקס, דאַן צייגט ער אויף דעם מ ע ר י ד י אַ ן פון דעם אָרט, וואו ער געפינט זיך. עס פערשטעהט זיך, דאָס ווי באַלד מען פיקסט איין די האָריזאָנטאַלע אַקס אַזוי פּינקטליך ווי אַסטראָנאָמען קענען עס נור, פון מזרח צו מערב, דאַן מוז יעדע רעדעל, יעדער קרייז, וואָס איז ארויפגעזעצט אויף דיזער אַקס אַזוי פּערפּענדיקולער, ווי דאָס צייגט אַ בליי־שנור, אַנווייזען אויף דער ר י כ ט ו נ ג פ ו ן נ אָ ר ד צ ו ז י ד, און דאָס מיינט אויף דעם מ ע ר י ד י אַ ן דאָרטען.

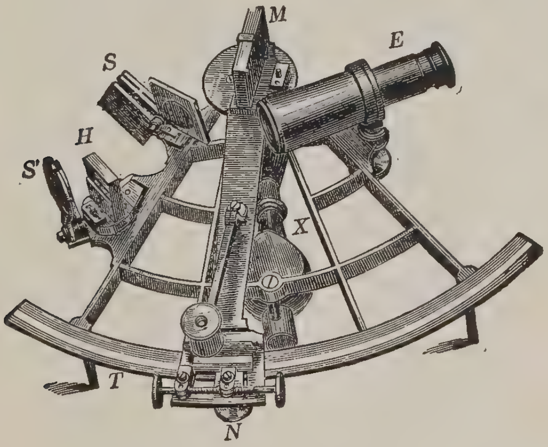
יעדער טהייל פון אַ מערידיאַן־צירקעל מוז זיין אויסגעאַרבייט און צוגעפּאַסט מיט דער גרעסטער פּינקטליכקייט, ווייל ער דיענט צו זעסטען די לאָנגיטיודען און לאַטיטיודען. אויף דער צייכנונג 125 איז פאָרגעשטעלט דער מערידיאַן־צירקעל פון דער וואַשינגטאָנער אָבסערוואַטאָריע. ווען אַ בעאָבאַכטער בעמערקט דורך דיזען טע־לעסקאָפּ אַ שטערן, הייסט עס, אַז דער דאָזיגער שטערן געפינט זיך פונקט אויף דעם דאָרטיגען מערידיאַן. מען רופט אויך דיזען אינ־סטרומענט „טראַנזיט־צירקעל", ווייל דורך איהם ווערען פערצייכענט די מאָמענטען, ווען הימלישע קערפּער געהען אריבער דעם מערידיאַן.

ווען מען פערצייכענט גענוי די מאָמענטען, בשעת מען דערזעהט אַ געוויסען שטערן דורך די מערידיאַן־צירקלען אין וואַשינגטאָן, פּאַ־ריז, בערלין, א. ז. וו., קען מען דורך די אונטערשיעדען אין דער צייט בעשטימען דעם אונטערשיעד אין זייערע לאָנגיטיודען, ווי דאָס איז שוין ערקלערט געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל 48.

לעבען דעם גרויסען טעלעסקאָפּ אויף דער צייכנונג 125 געפינען זיך אויך גראַדואירטע צירקלען מיט מיקראָמעטערס צו מעסטען מיט דער גרעסטער גענויאיגקייט דעם ו ו י נ ק ע ל צווישען אַ בעאָב־אַכטען שטערן אויף דעם מערידיאַן און דעם זעניט, דורך וואָס מען

געפינט אוים זיין דעקלינאַציאָן, אָדער פּאָזיציע רעספּעקטיוו צום פּאָל אָדער צום עקוואַטאָר.

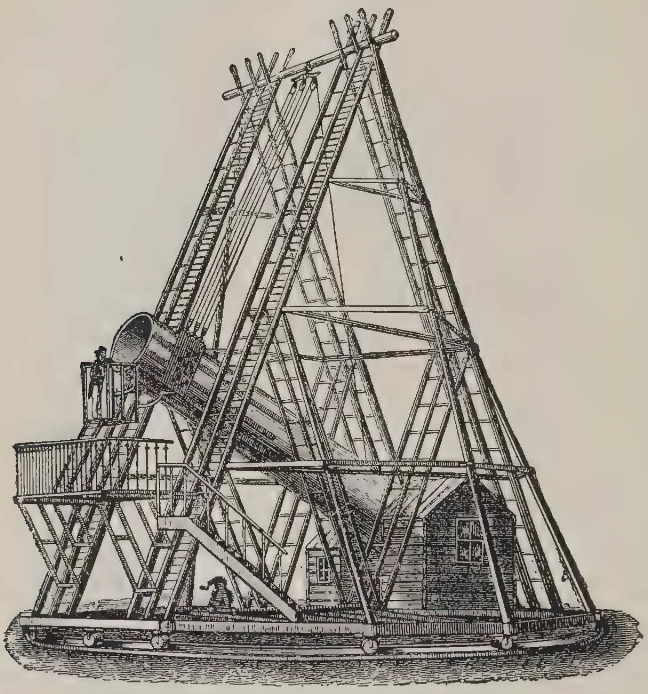
אויף שיפען קען מען אָבער זיך ניט בענוצען מיט אַ מערידיאַן־צירקעל שוין צוליעב דעם אליין, וואָס דיזער אינסטרומענט טאָר זיך ניט טרייסלען. ווען מען דאַרף בעשטימען, וואו אַ שיף געפינט זיך איז ניט נויטיג צו זיין אזוי פּינקטליך, ווי דאָס פאָדערט זיך אין אָב־סערוואַטאָריעס ביי מעסטונגען פון די פּאָזיציעס פון שטערן. פיר געוועהנליכע פּראקטישע צוועקען בענוצט מען זיך מיט אַנדערע אינ־סטרומענטען, דאַרונטער אויך מיט אַזעלכען, ווי פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 126, וועלכער טראָגט דעם נאָמען „סעקסטאַנט“. דיזער נאָמען קומט דערפון וואָס זיין בויגען איז אַ זעקסטעל פון אַ קרייז.



צייכנונג 126. — אַ סעקסטאַנט.

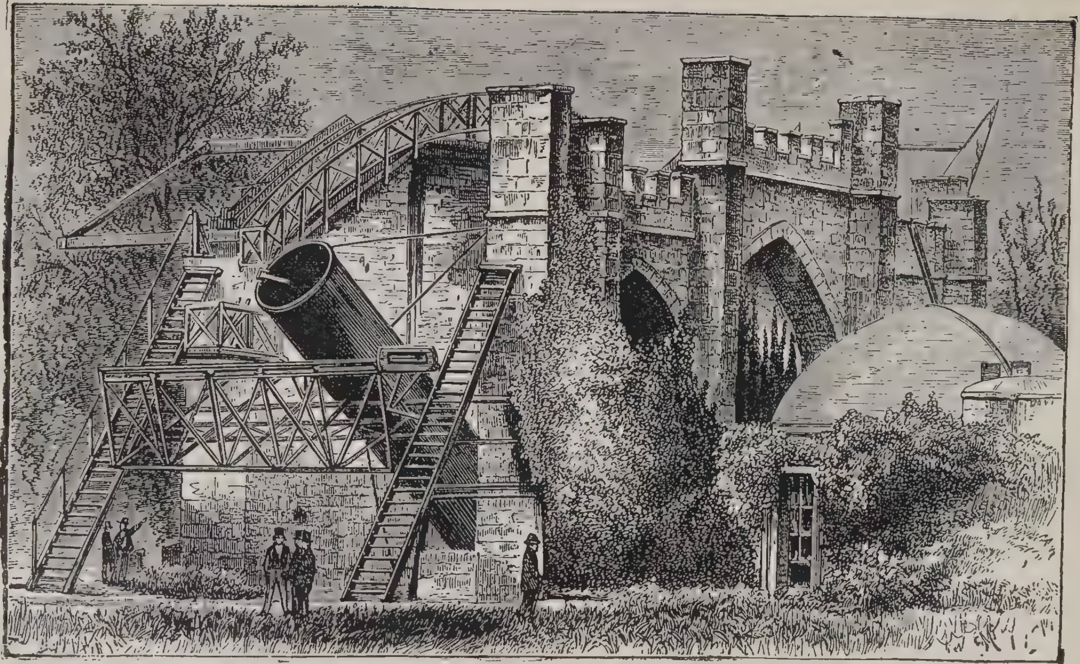
מען קען בעשטימען די לאַטיטיוד און לאָנגיטיוד פון אַן אָרט האַלטענדיג דיזען קליינעם אינסטרומענט אין דער האַנד (זיין ראַדיוס איז געוועהנליך פון 5 ביז 8 צאָלל) און אָנשטעלענדיג אַ שפּיגעלע (מאַרקירט M) אויף אַזאַ שטערן, וואָס זיינע פּאָזיציעס אויף׳ן הימעל זיינען אָנגעגעבען אין די אַלמאַנאַכען פאַר קאַפּיטאַנען, פון וועלכע

עס איז שוין אויסגעקומען צו ריידען אין פאָריגע קאפּיטלעך. עס פאָדערט זיך פיעל גענויטקייט צו בענוצען זיך מיט אַ סעקסטאַנט צו בעשטימען די לאַטיטיוד און לאָנגיטיוד פון אירגענד וועלכען אָרט, סיי אויפ'ן ים, סיי אויף דער יבשה, ווען מען געפינט זיך אויף פעל־דער, אויף בערג, טהאָלען א. ז. וו.



ציינכנונג 127. — וויליאם הערשעל'ס גרויסער רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ.

יעצט, ווען מיר קומען צום שלוס פון דעם לעצטען קאפּיטעל פון דיזען בוך, וועלען מיר נאָך ווארפען אַ בליק אויף איינינע פון די בע־ריהמטע רעפלעקטיווע און רעפראַקטיווע טעלעסקאָפּען.



צייכנונג 128. — לאָרד ראָסס'עס גרויסער רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ.

ווי הערשעל'ס גרויסער רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ האָט אויס־געזעהן, איז פאָרגעשטעלט אויף דער צייכנונג 127. די רעהר איז געווען 40 פוס לאַנג מיט א דיאַמעטער פון 4 פוס. מיט איינעם פון אַזעלכע רעפלעקטאָרס האָט ער ענטדעקט צוויי סטאַטעליטען (לבנות) פון סאַטורן. אין 1839, ווען זיין זוהן, דער גרויסער אַסטראָנאָם סער דזשאהן הערשעל, מיט וועמעס פּאָפּולערע אַסטראָנאָמיע *) מיר האָבען זיך אויך בענוצט אין דיזען בוך, האָט פאַרנאַנדער גענומען דיזען טעלעסקאָפּ, האָט ער אראנזשירט אין דער רעהר א פעסט פאַר זיין פאַמיליע.

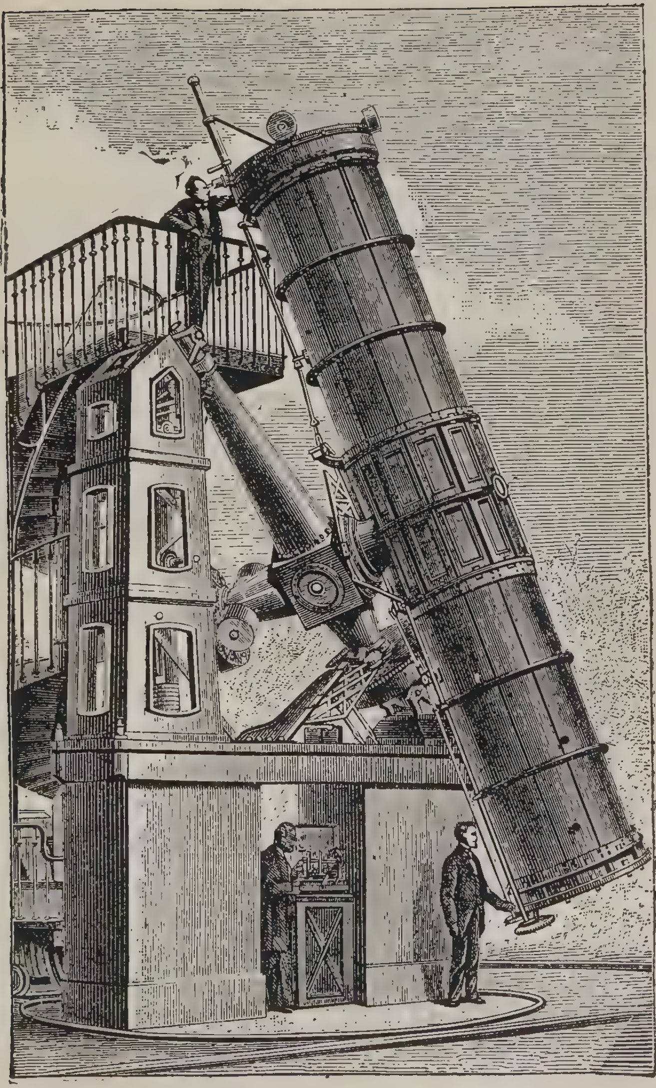
לאָרד ראָס האָט נאָכהער צוזאַמענגעשטעלט נאָך גרעסערע רעפלעקטיווע טעלעסקאָפּען. די צייכנונג 128 שטעלט פאָר דעם גרעסטען טעלעסקאָפּ זיינעם אין 1842. דער דיאַמעטער פון זיין ספּעקולום איז 6 פוס, און די פּאָקאַלע לענג זיינע איז 54 פוס.

אום צו צוקומען צו דער עפענונג פון דיזער רעהר, האָט מען אויפ־געבויט פּלאַטפאָרמס מיט לייטערס. מען האָט איהם געקענט בע־וועגען פון מזרח צו מערב מיט דער הילפע פון א ריעזיגען זייגער־מעכאַניזם. געברויכט האָט מען איהם ספּעציעל צו מאַכען צייכ־נונגען פון דער לבנה, פון פּלאַנעטען און פון נעבעלהאפטע מאסען, ווייל זיין רעפלעקטיווע ליכט־קראפט איז זעהר א גרויסע.

ווי אזוי עס זעהט אויס דער רעפלעקטאָר פון דער פּאַריזער אָב־סערוואַטאָריע, איז איבערגעגעבען אויף דער צייכנונג 129.

דער גרעסטער רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ געפינט זיך איצט אין דער אָבסערוואַטאָריע אויף דעם באַרג ווילסאָן אין קאַליפאָרניע. ער ווערט געברויכט ספּעציעל פיר פאָרשונגען איבער דער זון און נעבולאס, ווי דאָס איז שוין בעמערקט געוואָרען אין דעם קאַפּיטעל 83. דער דיאַמעטער פון זיין ספּעקולום איז 100 צאָלל. די שטיק אָפּטישע גלאָז (13 צאָלל דיק נאָכ'ן שלייפען) איז נאָך פיעלע פּראָבעס און מאַטערני־סען אויסגעגאָסען געוואָרען אין פראנקרייך אין 1905 און איז גע־בראַכט געוואָרען נאָך קאַליפאָרניע, וואו מען האָט איהר געשליפען

*) Outlines of Astronomy, by Sir John F. W. Herschel.



צייכנונג 129.—אַ רעפלעקטיווער טעלעסקאָפּ פון פּאַריזער אָבסערוואַטאָריע.

מיט ספּעציעלע מאַשינען. זי וועגט 4½ טאָן. די רעהר איז 43 פוס לאַנג. צוזאַמען מיט די שפּיגעל און מיט אַלע אַנדערע אַפּאַראַטען וועגט דיזער רעפלעקטאָר ארום 20 טאָן.

אין דער זעלבער אָבסערוואַטאָריע געפינט זיך אויך א ספּעקולום פון 60 צאָל אין דיאַמעטער. זיין פאָקאַלע לענג קען מען ענדערן דורך געוויסע אפּאַראַטען פון 80 ביז 150 פוס.

אזעלכע ריעזיגע און שווערע טעלעסקאָפּען ווערען יעצט גע־בראכט אין בעוועגונג און אָנגעשטעלט מיט דער הילפע פון עלעקטרישע מאָטאָרען.

דער גרויסער רעפראַקטיווער טעלעסקאָפּ אין דער בעריהמטער ליק אבסערוואַטאָריע אויפ'ן בארג האַמילטאָן אין קאַליפאָרניע, האָט אַן אביעקטיוו 36 צאָל אין דיאַמעטער. זיין פערגרעסערונגס קראַפט איז 3600. זעהר וויכטיגע אַסטראָנאָמישע ענטדעקונגען זיינען גע־מאַכט געוואָרען דורך איהם (למשל, די ענטדעקונג פון 5טען בעגליי־טער פון יופּיטער).

נאָך אַ גרעסערער — פאָרלויפיג דער גרעסטער — רעפראַקטי־ווער טעלעסקאָפּ אין דער וועלט, געפינט זיך אין יערקעס'עס אָבסערוואַ־טאָריע אין וויליאַמס בעי, וויסקאָנסין. דער דיאַמעטער פון זיין אָב־יעקטיוו איז 40 צאָל. זיין לענג איז 60 פוס. דער בעוועגליכער טהייל זיינער ארום דער פּאָלאַר־אַקס וועגט 12 טאָן, און דער זייגער־מעכאַ־ניזם, וואָס רעגולירט זיין בעוועגונג, וועגט אָנדערהאַלבען טאָן.

* * *

טעלעסקאָפּען ווערען געמאָסטען דורך די דיאַמעטערס פון זייערע אָביעקטיווען. די איבעריגע טהיילען און מעכאַניזמען זיינען שוין צו־געפּאַסט צו דער דאָזיגער מאָס. ווען מען זאָגט, למשל, אז דער גרעסטער רעפראַקטיווער טעלעסקאָפּ פון דער וואַשינגטאָנער אָבסער־וואַטאָריע איז 26 צאָל, מיינט עס, אז אזוי איז די לענג פון זיין אביעק־טיוו'ס דיאַמעטער.

די גרעסטע רעפראַקטיווע טעלעסקאָפּען אין אייראָפּאַ זיינען: 32 צאָל אין מוידאָן (לעבען פּאַריז), 31 צאָל אין פּאָטסדאַם (לעבען בערלין), 30 צאָל אין פּולקאָווא (לעבען פּעטראָגראַד), 32 צאָל אין דער אָבסערוואַטאָריע פון ניקאָלאַיעוו (זיד רוסלאַנד), 28 צאָל אין דער גריניטש אָבסערוואַטאָריע.

די מייסטע אַסטראָנאָמישע בעאָבאַכטונגען אין אָבסערוואַטאָריעס ווערען אָבער געמאַכט מיט קלענערע טעלעסקאָפּען, מיט אַזעלכע, וואָס זייער פערגרעסערונגס־קראַפט איז אונגעפעהר 1000.

בײלאַגעס

ביילאַגע א.

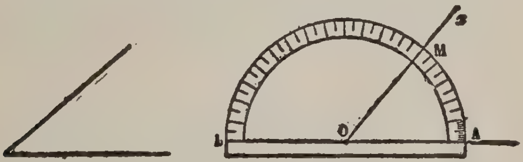
די ווינקעל-מאָס און איהר אָנווענדונג צו בעשטימען די ווייט-קייטען און גרויסקייטען פון הימלישע קערפּערס.

יעדער איינער ווייס, וואָס עס איז אַ ווינקעל, ווי אויך וואָס עס איז אַ קרייז אָדער אַ צירקעל; אָבער זעהר ווייניג מענשען ווייסען, ווי אַזוי מען בענוצט זיך דערמיט צו מעסטען זאַכען פון דער ווייטענס, בעזאָנדערס שטערן.

ווען מיר ווייסען ניט, ווי ווייט אַ זאַך איז פון אונז, האָבען מיר אייגענטליך קיין אַנדער מיטעל ניט אויסצודריקען איהר שיינ-באַרע גרויסקייט, ווי דורך אויסמעסטען דעם ווינקעל, וואָס זי פערנעהמט. און ווען מיר קריגען נאָכהער די מעגליכקייט אויך צו מעסטען די ווייטקייט אָדער די דיסטאַנץ פון דיזער זאַך, קענען מיר שוין אויף דיזען אופן אויסגעפינען איהר ווירקליכע גרויסקייט, ווי-דאָס לערנט די געאָמעטריע, גענויער געזאָגט, די טריגאָנאָ-מעטריע (בעדייטעט: דרייעק-מעסטונג).

יעדע זאַך זעהט אויס גרעסער אָדער קלענער לויט איהר ווייט-קייט פון אונז. דאָס ווייס אויך יעדער איינער. אָבער ניט אַלע ווייסען, אָדער ריכטיגער, ניט אַלע האָבען נאָכגעדענקט, אַז דאָס איז דעריבער, ווייל מיר זעהען די זאַך צווישען פערשיע-דענע ווינקלען. וואָס ווייטער אַ זאַך ליגט פון אונז, אַלץ קלענער איז דער ווינקעל, צווישען וועלכע מיר זעהען איהר, און דאָרום שיינט עס אין אונזערע אויגען, אָדער אונז דוכט זיך, אַז זי איז טאַקע קלענער.

שטעהענדיג אויף איין פונקט, וועלען מיר זעהען זאכען פערהעלטניסמעסיג אדער פראפארציאנעל אזוי גרויס, ווי זיי זיינען באמת. אויב, לאמיר זאגען, אויף א ווייטקייט פון איין קילאמעטער וועלען מיר זעהען, אז איין בארג אדער טהורם איז 2 מאל אזוי הויך, ווי דער אנדערער לעבען איהם, וועט זיך טאקע ארויסצייגען, ווען מיר זאלען צוקומען אהין און אויסמעסטען, אז אזוי איז זייער פערהעלטניסמעסיגע הויכקייט אין דער ווירקליכקייט. עס מאכט ניט אויס, ווי ווייט מיר זאלען אוועקגעהן פון צוויי זאכען, וואס זייער הויכקייט אדער ברייטקייט איז, לאמיר זאגען, אין דער פראפארציע, ווי 1 צו 3, וועלען מיר זיי אלץ זעהען אין דער זעלבער פראפארציע, אדער אין ווינקלען, פון וועלכע איינער איז אלץ דריי מאל אזוי גרויס ווי דער צווייטער.



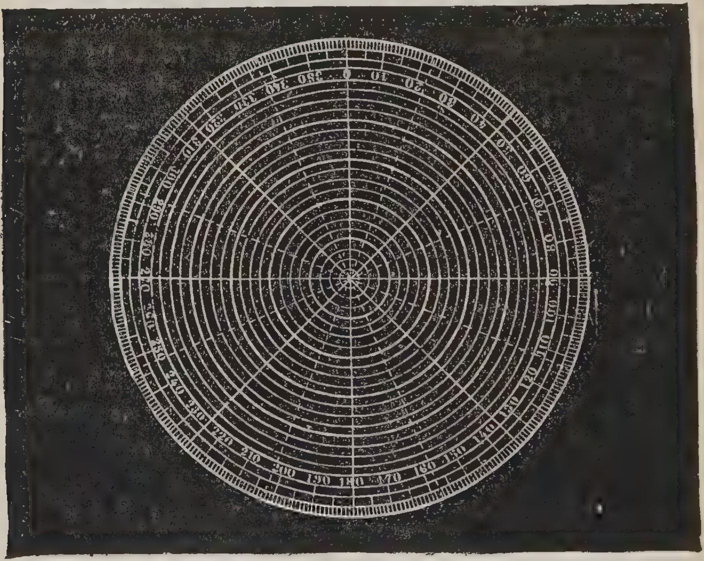
ציכנונג 130.—א ווינקעל און זיין מאס דורך א טהייל פון א קרייז.

אויף אזא אופן קענען מיר שוין פון גאנץ ווייט אויסגעפינען די ווירקליכע גרויסקייט פון א זאך, ווי באלד מיר ווייסען נור, ווי גרויס עס איז אן אנדערער זאך לעבען איהר. אט, דאס איז אין אלגעמיינעם וואס מען רופט ווינקעל־מאס. מיט אנדערע און קירצערע ווערטער הייסט עס: יעדע זאך האט א קארעספאנדירענדען ווינקעל אויף א בעשטימטער ווייטקייט.

די מאס פון א ווינקעל ווערט בעשטימט דורך א בויגען (קשת אויף העברעאיש), אדער דרוך א טהייל פון א קרייז, ווי אויף דער צייכנונג 130. א קרייז ווערט געוועהנליך צוטהיילט פאר אזעלכע מעסטונגען אין 360 גלייכע חלקים, ווי דאס איז צו זעהען אויף דער צייכנונג 131.

עס פערשטעהט זיך, אז וואס גרעסער עס איז א קרייז, אלץ גרעסער זיינען אויך זיינע טהיילען אדער גראדען, נור דאס מאכט ניט קיין שום ענדערונג אין די ווינקלען ארום זיין צענטער. אט אויף דער צייכנונג 131 האבען מיר 24 קרייזען ארום איין צענטער (אזעלכע קרייזען רופט מען קאנצענטריש ע). זיי זיינען אלץ קלענער, וואס נעהענטער זיי זיינען צום צענטער, אדער וואס קירצער עס איז זייער ראדיוס. אבער די

די ווינקלען, וואָס ליגען צווישען די ג ל י י כ ע ל י נ י ע ס, וועל־
כע ציהען זיך פון צענטער, בלייבען דאָך אַלץ ד י ז ע ל ב ע.
יעדער פון די גלייכע טהיילען פון אַ קרייז ווערט גערופען ג ר אַ ד
(אויף ענגליש: דיגרי), און זיין אַנגענומענער צייכען איז ^{0}. אַ וויג־
קעל פון איין גראַד בלייבט אַלץ דער זעלבער ווי אויף דער צייכנונג
131, ווען מיר זאָלען זיך פאָרשטעלען, אַז זיינע זייטען ציהען זיך ביז
צו דער זון און צו די ווייטעסטע שטערן. דאָס איז, אַלזאָ, אַ מאָס,
וועלכע איז אייגענטליך גאַנץ א ו נ אַ ב ה ע נ ג י ג פ ו ן ד ע ר
ו ו י י ט ק י י ט.



צייכנונג 131. — די צוטהיילונג פון אַ קרייז אין 360 גראַד.

אַזוי ווי עס קומט אויס צו מעסטען ווינקלען, וועלכע זיינען קלע־
נער פון איין גראַד, האָט מען אַנגענומען צו טהיילען אַ גראַד אויף
60 גלייכע חלקים, וועלכע מען רופט מ י נ ו ט ע ן און מען בע־
צייכענט זיי אַזוי: (′). יעדע מינוט ווערט ווידער צוטהיילט אין
60 גלייכע חלקים, וועלכע מען רופט ס ע ק ו נ ד ע ן און מען בע־
צייכענט זיי אַזוי: (″). אַט, למשל, ווען מען וויל פּערצייכנען אַ ווינ־

קעל פון, לאָמיר זאָגען, 15 גראַד 37 מינוטען און 53 סעקונדען, שרײבט מען עס אַזױ: "15°37'53.

אום צו קריגען אַ שטיקעלע ידיעה, װי אַזױ אַסטראָנאָמען בענוצען זיך מיט אַזאַ מאָס, אום אױסצורעכענען מיט דער גרעסטער פּינקטליכקײט די װײטקײטען און די גרױסקײטען פון שטערן, װעלען מיר דאָ ברענגען אַלס אַ בײשפּיעל די לבנה און אױך איבערגעבען די רעזולטאַטען פון מאַנכע אײנפאַכע מעסטונגען און רעכנונגען.

צוערשט דאַרף מען נעהמען אין בעטראַכט, אַז אַסטראָנאָמען גענבױכען זעהר קונציגע און װאונדערבאַר פּינקטליכע מעסטונגס־אינסטרומענטען אין זײערע אָבסערװאַטאָריעס. מען האָט צוזאַמענגעשטעלט מיקראָמעטערס, װעלכע גיבען די מעגליכקײט אױסצומעסטען די לענג פון ט ה י י ל ע ן פון אַ מילימעטער (דאָס איז אַ טױזענדעל פון אַ מעטער) און דורך דעם אױך פּיצינקע װינקעלעך, אַזעלכע װאָס זײנען זאָגאַר אַ ט ױ ז ע נ ד ע ל פ ו ן א ס ע ק ו נ ד ע.

מיט דער הילפע פון אָט אַזעלכע מעסטונגס־אינסטרומענטען האָט מען עס בעשטימט, אַז דער דיסק (קרײז) פון דער לבנה קאָרעספּאָנדירט צו אַ װינקעל פון 31 מינוט און 8 סעקונדען. דאָס הײסט, אַז װען מיר זאָלען געברױכען אַ טעלעסקאָפּ מיט אַ מיקראָמעטער צו מעסטען װינקלען און איהם אָנשטעלען אױף אַ פּונקט בײ'ן ברעג פון דעם לבנה־קרײז און נאָכהער װענדען דיזען טעלעסקאָפּ צו אַ געגענזעצטען פּונקט בײ'ן ברעג פון דעם לבנה־קרײז, װעלען מיר דאַן אױסגעפינען, אַז דער דיאַמעטער אָדער דורכמעסער פון דיזען דיסק ליגט אין אַ װינקעל, װעלכער איז בלױז 31 מינוט און 8 סעקונדען. אַזעלכע אױסמעסטונגען זײנען געמאַכט געװאָרען פון פערשיעדענע אַסטראָנאָמען אין פערשיעדענע אָבסערװאַטאָריעס און אין פערשיעדענע צײטען, און דער רעזולטאַט איז אַלץ דער זעלבער: דער װינקעל, אין װעלכען מיר זעהען דעם דיאַמעטער פון דער לבנה, איז שטענדיג "31'8.

דערפון אַלײן קען מען נאָך אָבער ניט דערגעהן, װי װ ו י י ט די לבנה איז װירקליך פון אונז. מאַלע װי פיעל זאַכען מיר קענען זעהען אין אַזאַ אָדער אין אַן אַנדער װינקעל. מען מוז דאַרום אָנקומען צו דער הילפע פון טריגאָנאָמעטרישע רעכנונגען אום דאָס צו דערגעהן. מען האָט, למשל, אױסגערעכענט און מען קען עס בעװײזען מיט מעסטונגס־אינסטרומענטען, אַז יעדע זאַך, װי גרױס אָדער קלײן זי זאָל ניט זײן, קאָרעספּאָנדירט צו אַ װינקעל פון 1 גראַד, װען זי געפינט זיך 57 מאָל אַזױ װײט פון אונז, װי עס איז די לענג פון איהר דיאַמעטער. אַ קרײז, װאָס זײן דיאַמעטער איז אײן (1) מעטער,

וועט ליגען אין אַ ווינקעל פון איין (1) גראַד, ווען מיר וועלען אויף איהם קוקען, שטעהענדיג 57 מעטער ווייט פון איהם.

און אַזוי ווי דער דיאַמעטער פון דער לבנה קאָרעספּאָנדירט צו אַ ווינקעל פון אונגעפעהר אַ האַלבען גראַד (נעמליך: 31 מינוט און 8 סעקונדען), בלייבט אונז דערפון אַליין צו שליסען, אַז זי געפינט זיך אַזוי ווייט פון אונז, ווי אונגעפעהר 2 מאָל 57, אָדער 110 מאָל די לענג פון איהר שיינבאַרען דיאַמעטער.

דאָס הייסט, אַלזאָ, אַז ווען מיר זאָלען דורך אירגענד וועלכען מיטעל אָדער וועג אויסגעפינען טאַקע די ריכטיגע לענג פון דער לבנה'ס דיאַמעטער, וועלען מיר שוין אַזוי אויך קענען בעשטימען מיט מאַטעמאַטישער זיכערהייט איהר ווייטקייט פון אונז. און פערקעהרט, ווען מיר זאָלען דערגעהן, ווי ווייט די לבנה איז פון אונז, וועלען מיר אויך קענען בעשטימען מיט מאַטעמאַטישער זיכערהייט איהר ווירקליכען דיאַמעטער און פאָלגליך איהר קרייז.

ווי אַזוי קען מען עס אָבער אויסגעפינען? די וויסענשאַפטליכע אַסטראָנאָמיע גיט אַ פּאָזיטיווע אַנטוואָרט אויף דיזע זעהר שווערע און פערוויקעלטע פראַגע. די דאָזיגע פראַגע איז צוערשט גאַנץ בעשטימט געלייזט געוואָרען אין 1752 דורך צוויי פראַנצויזישע אַסטראָנאָמען, לאַלאַנד און לאַקאַיל, וועלכע האָבען אין איין בעשטימטער צייט געמאַכט בעאָבאַכטונגען און מעסטונגען אין צוויי ערטער, זעהר ווייטע איינער פון אַנדערען. איינער פון דיזע אַסטראָנאָמען האָט זיך געפונען אין בערלין און דער אַנדערער — אין קאַפּשטאַדט (זיד־אַפריקאַ).

זיי האָבען דאַן געקענט אויסמעסטען און אויסרעכענען די פּאַראַלאַקסען (זעה צייכנונג 16 אויף ז. 87) פון דער לבנה און פון דער ערד, און דורך דעם האָבען זיי פעסטגעשטעלט, אַז דורכשניטליך איז די לבנה 384,000 קילאָמעטער ווייט פון אונז. זיי האָבען בעשטימט וואָס מען רופט „פּאַראַלאַקס פון דער לבנה“, און דאָס איז נעמליך: דער ווינקעל אין וועלכען מען וואָלט געקענט זעהען דעם ראַדיוס (האַלבען דיאַמעטער) פון דער ערד, ווען מען וואָלט געקוקט פון דער לבנה'ס צענטער אויף דער ערד.

שטעלט זיך פאָר, אַז איהר געפינט זיך אויף דער לבנה און קוקט אויפ'ן הימעל, וואו איהר וועט נאַטירליך זעהען ביי־נאַכט דעם אָפּשיין פון אונזער ערד, ווי מיר זעהען דאָ דעם אָפּשיין פון דער לבנה. זי וועט אונז דאָרטען זיך אויסווייזען אויך ווי אַ דיסק, ווייל זי איז דאָך קיילעכדיג. אויב עס געפינען זיך בעשעפעניסען מיט

אויגעז אויף דער לבנה, זעהען זיי אונזער ערד־קוגעל אויפ'ן הימעל אלס א קרייז, וואס ווארפט פון זיך אזעלכע שטראהלען, ווי די לבנה אויף אונז.

אבער ווי גרויס קען זיך דארטען אויסדוכטען דער דאזיגער קרייז? ווי לאנג ווייזט זיך אויס דער דיאמעטער פון דער ערד אויף דער לבנה?

אויף דיזער פראגע ענטפערען עס גאנץ פאזיטיוו אסטראנאמען, אז די שיינבארע לענג פון דעם דיאמעטער פון דער ערד איז דארטען איין (1) גראד 54 מינוט. אט אזוי קליין איז דער ווינקעל, אין וועלכען מען זעהט אויף דער לבנה דעם דיאמעטער פון דעם ערד־קוגעל!

מיר ווייסען אבער, אז די שיינבארע לענג פון דער לבנה'ס דיא־מעטער אויף אונזער ערד איז 31 מינוט 8 סעקונדען, און דערפון אליין דארפען מיר שליסען, אז די ערד איז פיעל גרעסער פאר דער לבנה.

דאס איז דאך גאנץ איינפאך. מען דארף גאר קיין אסטראנאמיע דאס צו פערשטעהן. די ווייטקייט פון דער ערד ביז צו דער לבנה איז דאך נאטירליך די זעלבע, ווי פון דער לבנה ביז צו דער ערד, און אז צוויי זאכען זעהען אויס ניט גלייך פון דער זעלבער ווייטקייט, איז עס דאך א סימן, אז זיי זיינען טאקע באמת ניט גלייך. זייערע שיינבארע גרויסקייטען וועלען דאן קאַ־רעספאנדירען צו זייערע ווירקליכע גרויסקייטען און פאלגליך אויך צו בעשטימטע ווינקלען.

אויב פון א געוויסער ווייטקייט וועט מען איין זאך זעהען אין א ווינקעל פון 31 מינוט 8 סעקונדען (ווי די לבנה אויף דער ערד) און די אנדערע אין א ווינקעל פון 1 גראד 54 מינוט (ווי די ערד אויף דער לבנה), וועט עס אונז צייגען ניט נור זייער אונגלייכהייט, זאנ־דערן אויך ווי פיעל מאל איינע איז גרעסער פאר די אנדערע. ווער עס קען נור אביסעל טריגאנאמעטריע, וועט עס אויס־רעכענען. ער וועט דאן געפינען, אז דער דיאמעטער פון דער לבנה איז צום דיאמעטער פון דער ערד, ווי 273 איז צו 1000, אדער עטוואס מעהר ווי א פערטעל פון אונזער ערד־קוגעל.

אזוי ווי מען ווייס פון אנדערע מעסטונגען און רעכנונגען, אז דער דיאמעטער פון דער ערד איז ארום 12,732 קילאמעטער, איז עס גענוג צו קענען איינפאכע אריטהמעטיק, אום אויסצורעכענען, אז דער דיאמעטער פון דער לבנה איז ארום 3484 קילאמעטער.

די הויפט־זאך איז דא צו בעשטימען דעם שיינבארען דיאמעטער פון דער ערד, ווען מען זאל קוקען אויף

איהר פון דער לבנה, אדער קורץ און עכט־אסטראנאמיש גערעדט, דעם פ א ר א ל א ק ס פון דער לבנה.

* * *

ווי אזוי די צוויי אויבענגענאנטע פראנצויזישע אסטראנאמען און פיעלע אנדערע נאך זיי האבען עס אויסגערעכענט, דאס קען נור גרינדליך וויסען איינער, וועלכער האט שטודירט די העכערע מאַ־טעמאטיק. מיר מוזען דא זיך פערלאזען אויף די אויספיהרונגען פון אסטראנאמען. מיר מעגען זיי אבער גלויבען אויפ'ן ווארט שוין צוליעב דעם אליין, וואס אלע זייערע אויסרעכנונגען וועגען די בעווע־גונגען פון דער לבנה, פון דער זון און פון די פלאנעטען, אלע זייערע פראפעצייהונגען וועגען ליקוי חמה און ליקוי לבנה, פראפעצייהונגען, וועלכע זיינען ב ע ג ר י נ ד ע ט אויף דיזען און אנדערע אזעלכע פאראלאקסען, אדער פשוט'ער גערעדט, אויף די ו ו י י ט ק י י ט ע ן פון דער לבנה און פון דער זון, זיינען ר י כ ט י ג א ו י פ ' ן ה א א ר, ווי יעדער איינער ווייס עס פון ערפאהרונג, ווען ער קוקט נור אריין אין א לוח.

מיר וועלען דא פאר איין גאנג ברענגען די פאלגענדע טאבעלע פון די פ ע ר ה ע ל ט נ י ס ע צ ו ו י ש ע ן ו ו י נ ק ע ל ע ן א ו ן ו ו י י ט ק י י ט ע ן, לויט טריגאנאמעטרישע אויסרעכנונגען:

א ווינקעל פון	1	גראד	קארעספאנדירט צו א דיסטאנץ פון	57
"	½	"	" " " "	114
"	1	מינוט	" " " "	3438
"	½	"	" " " "	6875
"	20	סעקונדען	" " " "	10,313
"	10	"	" " " "	20,026
"	1	"	" " " "	206,265

ווען מען זאל פערצייכענען א ליניע פון 1 מילימעטער אויף א וואנט, וועלכע געפינט זיך 206 מעטער ווייט פון דעם בעאבאכטער, וועט דיזע ליניע דאן קארעספאנדירען צו א ווינקעל פון 1 סעקונדע. מיר וועלען דיזען ביישפיעל לייכטער בענעהמען, ווען מיר וועלען כפל'ן דיזע מאסען אויף 1000. מיר וועלען דאן האבען 1 מעטער אויף א ווייטקייט פון 206,000 (גענויער, ווי אין דער טאבעלע: 206.265) מעטער אדער 206 קילאמעטער. עס איז איבעריג צו זאגען, אז פון אזא ווייטקייט וועט מען קענען דערזעהן א מעטער נור מיט דער הילפע פון א טעלעסקאפ. דער ווינקעל אין וועלכען מען וועט דאן זעהען דעם מעטער, וועט זיין בלויז 1 סעקונדע.

אין ווייטערע בעטראכטונגען איבער אזעלכע מעסטונגען און רעכנונגען קענען מיר זיך דא ניט אריינלאזען. מיר האבען בלויז גע־וואלט אנווייזען אויף זייער, זא צו זאגען, אלף־בית, אויף זייער פ ו נ ד א מ ע נ ט ס, וואס אפילו דער יעניגער, וואס קען בלויז אבי־סעל אריטהמעטיק, זאל אויך בעגרייפען, ווי אזוי אסטראנאמען און מאטעמאטיקער זיינען אין שטאנד צו בעשטימען די וויטקייטען און גרויסקייטען פון הימלישע קערפערס.

ביילאגע ב.

די מעטרישע סיסטעם פון מאסען און וואגען.

א פראנצויזישער סטאטיסטיקער האט אויסגערעכענט, אז די מעטרישע סיסטעם פון מאסען און וואגען איז שוין פראקטיש איינ־געפהירט געווארען אין 34 ציוויליזירטע לענדער, וואס זייער בעפעל־קערונג איז איבער 300 מיליאן נפשות.

אזוי ווי אויף דעם גאנצען ערד־קוגעל געפינען זיך היינט, לויט די אבשאצונגען און רעכנונגען פון די גרעסטע סטאטיסטישע אויטא־ריטעטען, ארום 1500 מיליאן מענשען, הייסט עס, אז בלויז איין פינפטעל פון זיי געברויכט די בעקוועמסטע, בעסטע, איינפאכסטע און שעהנסטע סיסטעם פון מאסען, וועלכע איז צוערשט איינגע־פיהרט געווארען אין פראנקרייך א דאנק דער גרויסער וועלט־איבער־קעהרענדער רעוואלוציאן דארטען צו ענדע פון 18טען יאהרהונדערט. אבער אזוי ווי דער פינפטעל פון דער מענשהייט, וואס געברויכט שוין די דאזיגע סיסטעם אין טאג־טעגליכען לעבען, געהערט צו די ציוויליזירטעסטע, דארף מען אזא פערשפרייטונג אננעהמען פאר א זעהר וויכטיגען צייכען פון פראגרעס, ווייל עס איז דאך זעהר שווער, ווי יעדער איינער ווייס עס פון זיין אייגענער ערפאהרונג, אבצושא־פען ניט נאר אלטע מאסען, זאנדערן אפילו אלטע געוואהנהייטען.

סער היירעם מאקסים, דער בעריהמטער ענגלישער ערפינדער פון קאנאנען, וועלכע טראגען זיין נאמען, האט זיך אמאל עפענטליך אויסגע־לאכט פון זיינע לאנדסלייט, פאר וואס זיי האבען זיך איינגעשפארט צו געברויכען זייערע אלטע און זעהר אונבעקוועמע מאסען און וואגען.

מען מעג זיך אויך אויסלאכען אין דיזען פרט פון די אמערי־קאנער, וועלכע געברויכען אלץ די זעלבע פערשימעלטע ענגלישע

מאָסען און וואָגען, אָבוואָהל די מעטרישע סיסטעם איז שוין אַנער־קענט געוואָרען פאַר אַ געזעצליכע אין גאַנץ יונייטעד סטייטס דורך אַן אַקט פון קאָנגרעס אין 1866.

זייט דאַן האָט מען ניט איינמאָל פאָרגעשלאָגען אין קאָנגרעס אין וואַשינגטאָן אין גאַנצען אָבצושאַפען די אַלטע ענגלישע מאָס־סיסטעם; אָבער די דאָזיגע פאָרשלעגע זיינען לײדער ניט אָנגענו־מען געוואָרען, און עס בלייבט דאָ פונקט אַזוי ווי אין ענגלאַנד, וואו די מעטרישע סיסטעם איז געזעצליך, אָבער אין דער פראַקטיקע, בע־זאָנדערס אין טאָג־טעגליכען האַנדעל, ווערט זי ניט געברויכט.

נור ניט רעכענענדיג די ענגליש־שפּרעכענדע לענדער, ווי אויך רוסלאַנד און די אַזיאַטישע מלוכות, איז שוין היינט די מעטרישע סיס־טעם, מען מעג זאָגען, אַ ל ו ו ע ל ט ל י ך. עס איז סך הכל 116 יאָהר זייט מען האָט איהר אויסגעאַרבייט און אָפיציעל אַנערקענט אין פראַנקרייך, אָבער ביסלעכווייז איז זי איינגעפיהרט געוואָרען אין די מייסטע לענדער פון דער אַלטער און נייער וועלט צוליעב איהר מערקווירדיגע איינפאַכקייט און גרויסע נוצליכקייט.

אויך אין דייטשלאַנד, וואו מען האָט זיך אַ לענגערע צייט גע־ברעקעלט אָנצונעהמען די מעטרישע סיסטעם אויף דעם גרונד, ווייל זי איז אַ פראַנצויזישע, ריכטיגער גערעדט, איז אויסגעאַרבייט און צו־זאַמענגעשטעלט געוואָרען פון פראַנצויזישע געלעהרטע, האָט מען איהר שליסליך איינגעפיהרט אַזוי, אַז אַנדער וואָגען און מאָסען ווע־רען זעלטען געברויכט אין דער פראַקטיקע. אַזוי האָט עס אויך בע־דאַרפט צו זיין אין ענגלאַנד און אין יונייטעד סטייטס, ווייל עס איז ניטאָ און עס קען גאָר ניט געבען קיין בעסערע, ניצליכערע און איינפאַכערע סיסטעם פון וואָגען און מאָסען.

* * *

יעדער איינער האָט געהערט, אַז די מעטרישע סיסטעם איז אַ ד ע צ י מ אַ ל ע (צעהנער) סיסטעם פון וואָגען און מאָסען, וואָס עס איז נאַטירליך זעהר בעקוועם פאַר רעכנונגען; אָבער מען דאַרף ניט מיינען, אַז נאָר אין דעם בעשטעהען איהרע מעלות. פאַר אַ דעצימאַלע מאָס איז דאָך, זעלבסטפערשטענדליך, ניט נויטיג דוקא צו האָבען אַ מעטער אַלס אַ י ו נ י ט אָדער א י י נ ס פון לענג. מען קען פונקט אַזוי איינטהיילען אַ פוס, אַ יאַרד, אַן אַרשין, א. ז. וו. אין צעהנטלעך, הונדערטלעך, טויזענדלעך א. ז. וו., ווי אַ מעטער. עס איז פאַר אונז לייכטער צו רעכענען אין צעהן, דאַרום פיהרט מען טאַקע איין אַלץ מעהר די דעצימאַלע סיסטעם.

מען דאַרף זיין פשוט פערגליווערט דורך אַלטע געוואָהנהייטען און פערבלענדעט פון קאָנסערוואַטיזם צו בעהויפּטען, ווי אַז ענגלישער

דעפוטאט האט עס אמאל געטאן אין פארלאמענט אין דער צייט פון א דעבאטע איבער די נוצען פון דער מעטרישער סיסטעם, אז עס איז גאר לייכטער און אפילו נאטירליכער צו צעהלען אין דוצענס איידער אין צעהנדליגע! דאס האט ער געזאגט אנטקעגען דעם, וואס אין ענגלאנד עקזיסטירט נאך אלץ ניט די דעצימאלע סיסטעם אפילו אין געלד און וואס א שילינג ווערט צוטהיילט ניט אין 10, נאר אין 12 פענים.

די וויכטיגסטע מעלות פון דער מעטרישער סיסטעם בעשטעהט אין דעם, וואס זי איז בעגרינדעט אויף אזעלכע נ א ט י ר ל י כ ע מאסען, וועלכע זיינען טאקע אזוי אייביג, ווי די ערד. דער מעטער. וואס איז דער פונדאמענט פון דיזער מערקווירדיגער סיסטעם, איז א געוויסער טהייל פון א קרייז ארום אונזער ערד־קוגעל פון נארד־פאל צום זיד־פאל דורך דעם עקוואטאר.

אזא קרייז ווערט גערופען אין געאגראפיע און אסטראנאמיע מ ע ר י ד י א ן. די שטיקעל לענג, וואס מען רופט מעטער, איז א צ ע ה ן־מ י ל י א נ ט ע ל־ט ה י י ל פון א פערטעל פון א מערידיאן, ווי בעריהמטע פראנצויזישע געלעהרטע האבען עס אויס־געמאסטען און אויסגערעכענט צו ענדע פון 18טען יאהרהונדערט.

ביז יענער צייט זיינען אין פראנקרייך געברויכט געווארען פער־שיעדענע מאסען אין פערשיעדענע פראווינצען. די דאזיגע מאסען זיינען איינגעפיהרט געווארען אין פערלויף פון דורות און דורות, אזוי ווי אין אלע לענדער אין אלטע צייטען. ווי בעוואוסט, זיינען די ערשטע מאסען פון לענג געוועזען נאך ג ע ו ו י ס ע מ ע נ ש ל י כ ע ג ל י ד ע ר, ספעציעל פוס, עלענבויגען און פינגער. אזוי ווי ניט אלע מענשען האבען דאך גלייכע פיס, עלענבויגענס און בכלל גליע־דער, האט מען מיט דער צייט געמוזט אננעהמען א זאָ־צו־זאגען דורכ־שניטליכען קינסטליכען פוס אדער עלענבויגען, דאס הייסט א ג ע ו ו י ס ע ל ע נ ג, וואס מען האט אזוי אנגערופען. דער נאמען „פוס" אלס מאס פון לענג איז טאקע פערבליבען ביי אלע פעל־קער, אבער די לענג פון דיזער מאס איז ניט געבליבען גלייך איבע־ראל.

אום צו מאכען א סוף פון די פערדרעהעניסען און שוועריגקיי־טען מיט די פערשיעדענע מאסען אין פראנקרייך, האט די ערשטע קאנסטיטואירענדע פערזאמלונג אין פאריז בעשלאסען אין 1790 איינ־צופיהרען א נייע און איינהייטליכע מאס־סיסטעם. מען האט עס אי־בערגעגעבען צו דער אקאדעמיע פון וויסענשאפטען, ספעציעל צו די גרויסע מאטעמאטיקער מ ע ש ע ן און ד ע ל א מ ב ר.

דיזע בעריהמטע געלעהרטע האבען עס אויסגעמאסטען א טהייל פון דעם מערידיאן, וואס ציהט זיך צווישען די שטעדט דונקערק (פראנק־

רייך) און בארסעלאָנא (שפאניען) און אויף דעם גרונד פון דיזע מע־סטונגען האָבען זיי אויסגערעכענט די גאַנצע לענג פון דעם דאָזיגען מערידיאַן. זיינע אַ פערטעל האָבען זיי צוטהיילט אין אַ מיליאָן חלקים, און צעהן אַזעלכע חלקים האָבען זיי בעשטימט אַלס די א י י נ ס („יוניט" אויף ענגליש) פון לענג און אַ נאָמען געגעבען מ ע ט ע ר, וואָס עס מיינט פשוט: מאָס.

אום צו וויסען, ווי אַזוי דיזע געלעהרטע האָבען געמאָסטען דעם מערידיאַן און געמאַכט זייערע רעכנונגען, דאַרף מען זיין אַ מאַטע־מאַטיקער. נאָר מיר מעגען זיך פערלאָזען אויף אַזעלכע אָטאָריטעטען, ווי מעשען און דעלאַמבר, בפרט נאָך ווען זייערע מעסטונגען און רעכ־נונגען זיינען ניט איין מאָל רעווידירט און בעשטעטיגט געוואָרען פון אַנדערע גרויסע געלעהרטע. דיזע ארבייט איז זיי ניט אָנגעקומען לייכט; זי האָט זיך געצויגען פון 1792 ביז 1799.

* * *

צוזעצענדיג לאַטיינישע ווערטער פאר צעהן, הונדערט און טויזענד צום וואָרט מעטער, קריגט מען חלקים פון מעטער, נעמליך: דע־צימעטער (אַ צעהנטעל), סענטימעטער (אַ הונדערטעל) און מילי־מעטער (אַ טויזענדעל).

צוזעצענדיג גריכישע ווערטער פאר צעהן, הונדערט, טויזענד און צעהן טויזענד צום וואָרט מעטער, קריגט מען צאָהלען פון מעטערס, נעמליך: דעקאַמעטער (10 מעטער), העקטאַמעטער (100) קילאָ־מעטער (1000) און מיריאַמעטער (10,000).

אין דער געברויכליכער לענג־מאָס פון ענגלאַנד און יונייטעד סטייטס פערנעהמט אַ מעטער 39.37 אינטשעס (אונגעפעהר מיט 3 און אַ דריטעל אינטשעס לענגער פאר אַ יאַרד). אַ קילאָמעטער איז נאַטירליך טויזענד מאָל לענגער; אָבער אום אייך צו פערשפּאָרען צו רעכענען, וועלען מיר אייך אונטערזאָגען די אונטערשטע שורה, אַז אַ קילאָמעטער איז אונגעפעהר 62 הונדערטלעך פון אַן ענגלישען מייל, אָדער גענויער 3280 פוס און 10 אינטשעס.

אָבער דערמיט אַליין האָבען זיך די פראַנצויזישע מאַטעמאַטיקער און מעסטער ניט בענוגענט. זיי האָבען אויך גרויסאַרטיג און גרינד־ליך פערבונדען דיזע מאָסען פון לענג מיט די מאָסען פון ש ט ח, פון ג ע וו י כ ט און פון וו א ל י ו ם (אומפאַנג).

די גרונד־מאָס אָדער איינס פון געוויכט איז דער ג ר אַ ם. וואָס איז אָבער אַ גראַם? עס איז דאָס געוויכט פון אַ קוביק סענטי־מעטער דיסטילירטע וואַסער ביי אַ בעשטימטער טעמפּעראַטור, ווי דאָס ווייס יעדער איינער, וואָס האָט עפּעס געלערענט פיזיק.

מיר האָבען אזוי אויך אַ נ א ט ו ר ־ מ אָ ס פון וואָג, וועלכע איז ענג פערבונדען מיט דער מאָס פון לענג.

דער גראַם ווערט צוטהיילט אויף דעם זעלבען שטייגער ווי דער מעטער, נעמליך: דעציגראַם, סענטיגראַם און מיליגראַם. זיינע גרע־סערע צאָהלען זיינען: דעקאַגראַם, העקטאַגראַם און קילאָגראַם (מען רופט געוועהנליך דיזע וואָג, די געברויכליכסטע אין דער פּראַקטיקע, ק י ל אָ; אַ העלפט פון אַ קילאָ, אַלזאָ 500 גראַם, ווערט גערופען ל י ו ו ע ר, וואָס עס מונט: פונט) און קווינטאַל (100,000 גראַם אָדער 1000 קילאָ).

אַ גראַם איז, נאָך דער ענגלישער וואָג־סיסטעם, 15.43 גרעינס און אַ קילאָגראַם איז אונגעפעהר 2 און צוויי־צעהנטעלך ענגלישע פונט.

פאַר די מאָסען פון אָבערפלעכען (שטח), פון פליסיגקייטען און אומפאַנג דיענט אויך דער מעטער אַלס גרונד.

אזוי פערנעהמט אַ ליטער (אונגעפעהר אַ קוואָרט) אַ ק ו ב י ק ד ע צ י מ ע ט ע ר. נאכהער פאָלגט פאַר זיינע קלענערע מאָסען: דעציליטער, סאַנטיליטער, מיליליטער; און פאַר די גרעסערע מאָסען: דעקאַליטער, העקטאָליטער און קילאָליטער אָדער סטער (דאָס איז אַ קוביק מעטער, אין ענגלישע מאָסען אונגעפעהר 264 גאַלאָנס).

פאַר לאַנד־מעסטונגען איז די יוניט (איינס) אַן „אר“. דאָס איז אַ שטח פון 100 סקוועער מעטער (119.6 יארד). די געברויכליכע טהיי־לונגען פון אַן „אר“ זיינען: סענטאַר (אַ צעהנטעל פון אַן „אר“ אָדער 1 סקוועער מעטער) און אַ העקטאַר (10 טויזענד סקוועער מעטער, אונ־געפעהר צוויי און אַ האַלב ענגלישע אַקער).

מען קען דארום זעהר לייכט און איינפאַך איבערגעהן פון די לענג־מאָסען צו געוויכט־מאָסען, פליסיגקייט־מאָסען, א. ז. וו., און אויך פערקעהרט.

* * *

פּרובירט נאָר פערגלייכען די מעטרישע סיסטעם מיט דער אַלט־מאָדישער, וועלכע מיר האָבען דאָ אין אַמעריקאַ געקראָגען בירושה פון ענגלאַנד, וועט איהר גלייך אויסגעפינען, ווי לייכט עס איז די מעטרישע און ווי שווער, קאַפּריזנע און צופּלאָנטערט עס איז די ענג־לישע און בכלל די אַלטע, און איהר וועט איינזעהן ווי נויטיג עס איז, אָפּילו אום בלויז צו שפּאָרען צייט ביי אויסרעכנונגען, אָבצושאַפען טאַקע גאָר אין גאַנצען די היינט געברויכליכע מאָס און וואָג־סיסטעם אין יונייטעד סטייטס, ווי מען האָט עס אין פערלויף פון 19טען יאָהר־הונדערט געטהאָן, ווי שוין געזאָגט, אין די מייסטע ציוויליזירטע לענדער.

אַמעריקאַנער עקאָנאָמיסטען און אינזשינערען האָבען שוין ניט איין מאָל אָנגעוויזען אויף די גרויסע צייט־פערלוסטען און אויך געלד־

פערלוסטען דורך דעם, וואָס מען פיהרט ניט איין די מעטרישע סיסטעם אין גאַנצען לאַנד אַלס די א י י נ צ י ג ע געזעצליכע. איינינגע פון זיי האָבען אויסגערעכענט, אַז צוליעב דעם געברויך פון די אַלט־מאַ־דישע מאָסען פערלירען מיר אין האַנדעל איבער 300 מיליאָן דאָלאַר יעהרליך.

ספּעציעל ווערט דורך דעם געשטערט אונזער האַנדעל מיט זיד־אַמעריקאַ און בכלל אין די לאַטיינישע לענדער, וועלכע האָבען שוין אָנגענומען די מעטרישע סיסטעם מיט אַזאַ צייט צוריק, אַז זיי האָבען אָפּליו פערגעסען אָן די אַלטע מאָסען און וואָגען. עס קומט אָן זעהר שווער צו קאָנקורירען דאָרטען מיט די דייטשען און מיט די פראַנצוי־זען בלויז צוליעב דעם אַליין, ווייל מען מוז דאָך די ענגלישע מאָסען און וואָגען איבעררעכענען דאָרטען אויף די מעטרישע.

פּעדאַגאָגען און פּערזאָנען, וואָס האָבען עפּעס ערפּאַהרונג אין פאָלקס־בילדונג, ווייזען אָן, אַז מען מוז זעהר פיעל צייט און אַרבייט פערלירען אין די קינדער־שולען דורך דעם גרויסען פלאָנטער מיט די ענגלישע מאָסען און וואָגען ביי אַריטהמעטישע רעכנונגען. מאַנכע לעהרער האָבען אויסגעפונען, אַז צוליעב דעם ווערען קינדער אין די ענגליש־שפּרעכענדע לענדער געהאַלטען דורכשניטליך מיט צ ו ו י י־ ד ר י ט ע ל י א ה ר ל ע נ ג ע ר אין די פאָלקס־שולען, איידער אין פראַנקרייך, דייטשלאַנד און בכלל אין די לענדער, וואו מען גע־ברויכט נור מעטרישע מאָסען.

אַ דאַנק דער מעטרישער סיסטעם, ערקלערען פּעדאַגאָגען, שטע־העען איצט אויך פראַנקרייך און דייטשלאַנד ה ע כ ע ר אין פאָלקס־בילדונג איידער די ענגליש־שפּרעכענדע לענדער, יונייטעד סטייטס אַריינגערעכענט. ניט נור קומט עס אויס צו פערנעהמען צופיעל צייט ביי אַריטהמעטישע אויפגאַבען, ווען עס האַנדעלט זיך אין די שולען וועגען ענגלישע מאָסען אָן וואָגען, זאַנדערן די קינדער האָבען צו ברע־כען זיך גאַנץ אומזיסט זייערע קעפּלעך וועגען דעם, וועהרענד מיט מעט־רישע מאָסען מאַכט מען אַזעלכע אויפגאַבען און אויסרעכנונגען ניט נאָר לייכטער און שנעלער, זאָנדערן אויך אָהן פלאָנטערס און אָנ־שטרענגונגען. מען דאַרף דאָך, למשל, ניט געדענקען, וויפיעל סענטי־מעטרעס עס געפינען זיך אין אַ מעטער אָדער וויפיעל מעטערס עס גע־פינען זיך אין אַ קילאָמעטער, אַזוי ווי מען דאַרף געדענקען וויפיעל צאָלל (אינטשעס) עס געפינט זיך אין אַ פוס, וויפיעל פוס אין אַ יאַרד, וויפיעל יאַרד אין מייל, א. ז. וו.

אין מאַנכע מאָדערנע אינדוסטריען, אָט ווי די עלעקטרישע, כעמישע און אָפּטישע, געברויכט מען שוין אין יונייטעד סטייטס די מעטרישע מאָסען צוליעב זייערע בעקוועמליכקייטען און אויך צוליעב די קאָנ־קורענץ מיט אויסלאַנד, און מיט דער צייט וועט מען אויך אין אַנ־

דערע אינדוסטריען נאכפאלגען דיזען גוטען ביישפיעל. אבער אין טאג־טעגליכען געברויך, אין אלע געשעפטען, אין יעדער אינדוסטריע, קען די מעטרישע סיסטעם אריינטרעטען אין די יונייטעד סטייטס נאר דורך א געזעץ אין קאנגרעס, וואס זאל פשוט א ב ש א פ ע ן, ריכטיגער גערעדט ניט אנערקענען פאר געזעצליך, די ענגלישע אדער וועלכע עס איז אנדערע אלט־מאדישע סיסטעם פון מאסען און וואגען.

אזא געזעץ וואלט געבראכט גרויס נוצען אין פיעלע פרטים, און פריהער אדער שפעטער וועט עס דערצו קומען. דער וויטערער פראגרעס פון דער מענשהייט פאדערט דעם אלוועלטליכען געברויך פון דער מעטרישער סיסטעם און בכלל איינהייטליכע אינטערנאציאנאלע פערקעהר־מיטעל, דארונטער אויך איינע און די זעלבע מאנעטען־סיסטעם, זא דאס עס זאל ניט אויסקומען צו פערלירען ביים אויס־טויש אין פערשיעדענע לענדער.

מאנכע לענדער האבען שוין געמאכט אויך אזא פראבע, נעמליך: פראנקרייך, איטאליען, בעלגיען, די שווייץ און גריכענלאנד, וועלכע בילדען די זאגענאנטע „לאטיינישע יוניאן“ און האבען אנגענומען דעם „פראנק“ אלס אן איינס פון געלד.

ב י י ל א ג ע ג.

האלי'ס קאמעט אין 1910.

(ווי איך האב איהר געזעהען אין ניו יארק).

איידער האלי'ס קאמעט האט זיך בעוויזען פאר די אויגען פון איינפאכע בשר ודם'ס אין דער צייט, וואס איז שוין לאנג פאראויס־געזאגט געווארען פון אסטראנאמען, האט מען אזוי פיעל געפויקט וועגען דעם אין די צייטונגען, אז מען האט זיך פארגעשטעלט איהר גלאנץ און ספעציעל איהר עק פיעל גרעסער, ווי דאס איז אין דער ווירקליכקייט. אזוי ווי בעריהמטע אסטראנאמען האבען אויך אויס־גערעכענט, דאס אין א געוויסען מאמענט וועט זיך אונזער זינדיגע ערד צ ו ז א מ ע נ ט ר ע פ ע ן מיט'ן עק פון דיזער קאמעט, האט עס פשוט דערשראקען ניט ווייניג מענשען, בעזאנדערס אזעלכע, וועלכע האבען זיך נאך אלין ניט בעפרייט פון די אלטע אבערגלויבענס,

אַז קאָמעטען קינדיגען אָן מלחמות, כאַלערעס און גרויסע אומגליקען אין אַלגעמיין.

פון זייערע אָבסערוואַטאָריעס האָבען אַסטראָנאָמען בעטראַכט דעם מאַרש פון האַלי'ס קאָמעט כמעט מיט אַ י אָ ה ר פאַר איהר צוקומען אַם נעהענטסטען צו דער זון, צו איהר פּ ע ר י ה ע ל י ע ווי מען זאָגט עס אויף דעם אַסטראָנאָמישען לשון, און איבער אַ יאָהר נאָך איהר אָבטרעטען פון דיזען פונקט, אויף איהר וועג צוריק אין די געהיימניספאָלע הימעל־וועלטען. זיי האָבען אויך געהאַט די געלע־גענהייט צו בעטראַכטען אַזאַ זעלטענע ערשיינונג, ווי איהר פ אַ ר־ ב י י מ אַ ר ש י ר ע ן אָ ד ע ר ט ר אַ נ ז י ט אַ נ ט ק ע ג ע ן ד י ז ו ן. זיי האָבען דאָן ניט בעמערקט דעם מינדעסטען שאָטען אָדער שפּור פון דער קאָמעט אויף דער זון; אָבער דערפאַר האָבען זיי בעמערקט, צו זייער גרויסער ערשטוינונג, איהר ע ק ב י י ב י י ד ע ז י י ט ע ן פ ו ן ד ע ר ע ר ד ג ל י י כ צ י י ט י ג.

אין זייערע אויסרעכנונגען האָבען די אַסטראָנאָמען ניט געטראָ־פען בלויז א ו י ף א י י ן מ י נ ו ט; אָבער אַזוי זיכער זיינען זיי געווען אין דער ריכטיגקייט פון זייערע חשבונות, אַז דיזען מינוט־ליכען אונטערשיעד האָבען זיי צוגעשריעבען צו עפּעס אַ ן א ו נ־ ב ע ק אַ נ ט ע ר א ו ר ז אַ כ ע. מיט איהר עק זיינען טאַקע פאָרגעקומען עפּעס א ו נ ר ע ג ע ל מ ע ס י ג ק י י ט ע ן.

* * *

יעדענפאַלס, אויב ביי איהרע פריהערע ערשיינונגען האָט דיזע מערקווירדיגסטע פון אַלע ביז יעצט בעקאַנטע קאָמעטען ניט געגלאַנצט העלער און לענגער און האָט דערביי אויך ניט געצייגט אַ לענגערען עק, ווי אין 1910, בלייבט טאַקע זיך צו וואונדערען, ווי אַזוי זי האָט געקענט אַזוי שרעקען און ערשטוינען מענשען, ווי דאָס ווערט בע־שריעבען אין די כראָניקעס און אין די ספרים פון אַלטע צייטען. דאָ אין ניו יאָרק האָט זי געמאַכט זעהר אַ שוואַכען איינדרוק. אַ סך מענשען צווייפלען אפילו, אויב עס וואַנדערט גאַר אַזאַ קאָ־מעט. זיי שווערען, אַז זיי האָבען געקוקט און געקוקט אויפ'ן הימעל און האָבען דאָך גאַר ניט געזעהען מעהר ווי געוועהנליך. מאַנכע האָ־בען זיך געווענדעט צו מיר מיט טענות, אַז מען האָט זיי אומזיסט פערדרעהט אַ קאָפּ מיט דער קאָמעט און זיי האָבען אויסגעבאַטעלט אַלע בייזע חלומות צו אַלע אַסטראָנאָמישע קעפּ אין דער וועלט בכלל און צו די שנעל־אויסגעבאַקענע „אַסטראָנאָמען" פון די אַמעריקאַנער צייטונגען בפרט.

„אַלע אייערע אַסטראָנאָמען זיינען געבליבען מיט אַ נאָז, די קאָמעט האָט זיי אָנגעפייפט", האָט מיר איינער גאַנץ ענטשיעדען

געזאָגט, אַפּילו ווען איך האָב זיך געשוואָרען, אַז איך האָב איהר מיט מיינע אייגענע אויגען געזעהען עטליכע מאָל, איין מאָל פאַר טאָג, ווען איך האָב ניט געקענט בעמערקען דעם מינדעסטען שפור פון אַן עק, און מיט איינינע טעג שפּעטער אבענדס, ווען איך האָב אויך דער־שפירט דעם זעהר שוואַכען אָפּשיין פון איהר עק.

דיזער „כופר בעיקר“ אין אסטראָנאָמיע איז ניט געווען דער איינ־ציגער, וואָס האָט מעהר אָדער ווענינער אָפען אויסגעדריקט אַ צוויי־פעל, דאָס איך און אַנדערע האָבען געקענט זעהען מיט נאַקעטע אוי־גען דיזע קאָמעט. געצווייפעלט האָבען זיי אויף דעם גרונד, דאָס זיי האָבען עס אויף קיין פאַל ניט געקענט בעמערקען. ווען איך האָב זיי אָבער גענומען אויספרעגען, אין וועלכער צ י י ט זיי האָבען געקוקט אויפ'ן הימעל און אין וועלכער ריכטונג זיי האָבען אָנגעשטרענגט זייערע בליקען, האָב איך אויסגעפונען, אַז זיי וואָלטען דאַן אַפּילו מיט טעלעסקאָפּען גאָר ניט בעמערקט. מאַנכע האָבען אַפּילו ניט בע־רעכענט, אַז ווען דער הימעל איז אַזוי פּערוואָלקענט, אַז מען קען קיינע שטערן דורך זיי ניט בעמערקען, וועט מען דאָך די קאָמעט אויך ניט דערזעהען.

דערצו דאַרף מען נעהמען אין אַנבעטרכאַט, אַז אין ניו יאָרק איז דער הימעל זעהר זעלטען אַ קלאָרער, בעזאָנדערס ניעדריג צום האָריזאָנט. כמעט שטענדיג ציהען זיך וואָלקענס אָדער עס הויבט זיך אויף פון ים אַ נעבעל דאָרט וואו די זון געהט אויף. אויך איז עס אַ זעלטענהייט אין ניו יאָרק, אַז דער הימעל זאָל גאָר ניט זיין פּער־וואָלקענט אין מערב זייט בשעת די זון געהט אונטער. ווייטער דאַרף מען וויסען, אַז דער אָ פּ ש י י ן פ ו ן ד י מ אַ ס ע ן ע ל ע ק־ ט ר י ש ע ל אָ מ פּ ע ן שטערט זעהר פיעל צו בעמערקען די קלע־נערע שטערן אַפּילו אין אַ דונקעלער נאַכט בשעת דער הימעל איז זעהר קלאָר. צוליעב דיזען אָפּשיין קען מען געוועהנליך אויך ניט זעהן דעם מילך־וועג אין ניו יאָרק.

דאָך האָבען טויזענדע מענשען געזעהען האַלי'ס קאָמעט מיט נאַ־קעטע אויגען אַפּילו אין רעכטען מיטען פון ניו יאָרק, ווען נאָר דער הימעל איז געווען גענוג קלאָר, אַז מען זאָל קענען בעמערקען די העל־סטע שטערן, אָדער אויף דעם אַסטראָנאָמישען לשון, די שטערן פון ערשטער מאַגניטיוד.

איך בין זיכער ניט קיין אויסנאַהמע, ווייל אין דער זעלבער צייט האָבען אויך אַ סך אַנדערע קוקערס אַרום מיר געזעהען דיזע קאָמעט מיט נאַקעטע אויגען. אַזוי ווי פיעלע צווייפלען (מייסטענס אַזעלכע וואָס האָבען זיך געפוילט אויפצושטעהן אַרום דריי אוהר פאַרטאָג אָדער וואָס פוילען זיך אַפּילו צו בעטראַכטען דעם הימעל נאָך דעם

זונען־אונטערגאַנג), דאָס עס איז גאָר מעגליך געווען צו זעהען דיזע בעריהמטע און פיעל־אָנאָנסירטע קאָמעט מיט נאַקעטע אויגען, דאַ־רום וועל איך דאָ בעשרייבען מיינע בעאָבאַכטונגען.

* * *

דעם ערשטען מאָל האָב איך דערזעהען האַלי'ס קאָמעט אין דער נאַכט פון 14טען מאַי 1910, שטעהענדיג אויף דעם בריק, וואָס פערבינדעט די ערשטע עווניו אין הארלעם מיט ווילים עווניו אין בראָנקס. דאָרט אין דער מזרח־האָריזאָנט ניט פערשטעלט, און אַ סך מענשען האָבען זיך בענוצט מיט דיזען בריק אַלס אַן „אָבסער־וואַטאָריע“. דער הימעל איז ניט געווען פערוואָלקענט, אָבער דער האָ־ריזאָנט אונטען איז געווען נעבעלהאַפט. אפילו דעם מאָרגען־שטערן (געווען איז דאָס גראָדע די גלענצענדסטע פון אַלע פּלאַנעטען, די ווענוס) האָט מען ניט געקענט זעהען אין פולען גלאַנץ. איך האָב שוין געגרעכענט, אַז איך האָב אומזיסט ניט געשלאָפען יענע נאַכט, ווען אַרום האַלב נאָך דריי האָב איך דערזעהען צו דער לינקער זייט פון דעם מאָרגען־שטערן עפּעס אַן אונגעוועהנליכע שיינענדע פּינ־טעלע. איך האָב געוואוסט, לויט נאָך די שטערן־קאַרטען, אַז אין דיזען פונקט געפינען זיך ניט אַזעלכע שטערן, וואָס מען זאָל קענען זעהען מיט נאַקעטע אויגען, ווען עס הויבט אָן צו טאָגען, און איך האָב דאַרום געקראָגען די זיכערהייט, אַז דיזע שיינענדע פּינטעלע איז עס די וועלט־אויפרודערנדע קאָמעט.

איך האָב טאַקע קיין טעות ניט געהאַט, ווייל אין אַ מינוט צוויי שפּעטער האָב איך איהר שוין געזעהען פיעל **גרעסער אין אומפאַנג** פאַר אירגענד וועלכען שטערן. איהר שיין איז אויך געווען אַ גאַנץ אַנדערער ווי פון אירגענד וועלכען שטערן. ווער עס האָט נור בעאָבאַכטעט שטערן, דער האָט גלייך דערקענט, אַז דער שיי־נענדער פונקט צו דער לינקער זייט פון ווענוס האָט נאָר געקענט שטאַמען פון אַן **אַנדער סאָרט הימלישען קערפּער.** דער דאָזיגער שיין איז ניט געווען זעהר גלענצענד, אויך האָט ער ניט געפונקעלט, נור ער איז דאָך געווען זעהר אַ קענטיגער און אויך ניט אַ שטענדיגער.

איך האָב דייטליך געזעהען, ווי דיזע העלע נעבעלהאַפטע מאַסע האָט זיך עפּעס ווי געוואָרפען. מיר האָט זיך זאָגאַר אויסגעדוכט, אַז זי דרעהט זיך עפּעס ווי אַ ראַקעטע. אַזוי האָב איך דיזע שיינענדע נעבעל־מאַסע געזעהען אונגעפעהר 10 מינוט כסדר, אָבער איהר עק האָב איך ניט געקענט בעמערקען, ווייל דער טומאַן איז געדיכטער געוואָרען און ווייל די זון האָט אַלץ ווייטער אָנגעקינדיגט איהר אויפ־גאַנג.

נעקסטען מאָל האָב איך איהר געזעהען שטעהענדיג אויף דעם שפּיץ פון מאָונט מאָרים פּאַרק אַרום 8 אוהר אַבענד דעם 24 מאַי. דעם טאָג האָט עס גערעגענט און דער הימעל איז ניט נור געווען בעדעקט מיט וואָלקענס, זאָנדערן עס האָט אויך געסטראַשעט מיט נייע רעגענס. אָבער צווישען די וואָלקענס האָב איך דערזעהען דעם יופּיטער, וועלכער איז געווען דער אבענד־שטערן. דאָס האָט מיר געגעבען די שוואַכע האָפנונג, אַז עס וועט זיך אפשר אַזוי אויסלייטערען, אַז מען וועט קענען דערזעהן אויך די קאָמעט. צו מיין גרעסטער צופריעדענהייט איז דיזע האָפנונג מקוים געוואָרען.

אַרום האַלב נאָך אַכט איז גראַדע אַזוי קלאָר געוואָרען אין מערב־זייט, אַז איך האָב דערזעהען די צוויי העלע שטערן פון מזל תאומים, וואָס טראָגען די נעמען פון די צוויי לעגענדאַרישע גריכישע ברידער קאַסטאָר און פּאָלוקס, און רעכטס פון זיי — האַלי׳ס קאָמעט. דיזעס מאָל האָט זי שוין צו מיר געשיינט, ווי אַן אַלטע בעקאַנטע. זי האָט געלויכטען כמעט אין מיטען צווישען מזל תאומים און מזל אריה.

איהר גלאַנץ איז געווען דער זעלבער, ווי איך האָב איהר געזעהען מיט 10 טעג פריהער אין מזרח־זייט פאַר דעם זונען־אויפגאַנג, נאָר אַ ביסעל דייטליכער, ווייל דער הימעל איז אפנים געווען קלאָרער. דיזעס מאָל האָב איך שוין דערשפּירט עפּעס אַ ל ע נ ג ל י כ ע ן אָ פּ ש י י ן פון דער קאָמעט צו דער לינקער זייט. דיזער אָפּשיין האָט זיך געצויגען ניט זעהר לאַנג, אָבער גענוג דייטליך, אַז אפילו מיט נאַקעטע אויגען זאָל מען עס אַננעהמען פאַר אַן עק פון דער קאָמעט. דערביי זיינען געשטאַנען אויפ׳ן באַרג אַ היבשע צאָהל מענער, פרויען און קינדער, וועלכע האָבען אויך געזעהען די גלענצענדע מאַסע און האָבען גלייך אויסגעשריען: „קאָמעט, האַלי׳ס קאָמעט!“.

יאָ, דאָס איז ער געווען, דער אַלטער און אייביגער הימלישער גאַסט. מען האָט גאָר ניט בעדאַרפט וויסען פון אַסטראָנאָמיע, אום צו דערקענען דיזע קאָמעט דורך איהר זאָנדערבאַרען מאַטען שיין צווישען אַלע שטערן. ליידער אָבער האָב איך איהר ניט געקענט זעהען גענוג דייטליך מעהר ווי אַ מינוט 10, ווייל די וואָלקענס האָבען זיך גענומען צוזאַמענציהען, און עס האָט אויך אַנגעפאַנגען צו בליצען. דער הימעל איז שנעל פערוואָלקענט געוואָרען. אין יוני האָב איך געהאַט דעם מזל צו בעטראַכטען דיזע קאָמעט נאָך אַ פּאָר מאָל, אָבער אַלץ ניט דייטליך גענוג, אַז איהר עק זאָל זיך וואַרפען אין די אויגען.

ביילאגע ד.

שטערן און געצענדיענסט.

מזל שור און די עלטסטע פריהלינגס־פעסטליכקייטען.—סמנים
פון אמאליגען געצענדיענסט אין דער קריסטליכער וועלט.

די לעגענדען און גלויבענס פון פערצייטיגע פעלקער אין אלע ווינקלען פון אונזער ציוויליזאציאן, אין די קולטור־לענדער פון וועסט־אזיען, נארד־אפריקא און זיד־אייראפא, צייגען גאנץ דייטליך, אז די שטערן־גרופע „טארוס“ (אקס), אדער „מזל שור“ אויף אידיש, מיט זיין העלסטען שטערן „אלדעבאראן“ און מיט דער קופקע שטערן, וואס טראגט אויך אין אונזערע צייטען דעם גריכישען נאמען „פלעיאדען“, איז ענג פערבונדען געווארען מיט די געצענדינערישע פעסטליכקייטען לכבוד פריהלינג, וואס עס מיינט אייגעטליך לכבוד דער ערוואכונג פון דער *פלאנעט־וועלט* אונטער די אויפלעבענדע שטראהלען פון דער זון אין פריהלינג.

„צום אנפאנג פון אונזער ערא (צייט רעכנונג) פלעגט דער פריהלינגס־עקווינאקס (גלייכטאג), שרייבט דער פראנצויזישער אסטראנאם פלאמאריאן אין זיין בעריהמטער „פאפולערער אסטראנאמיע“, אנקומען אין „מזל טלה“ (לעמעלע). מיט 4500 יאהר פריהער פלעגט דיזער אנפאנג אבער פארקומען אין *מזל שור*. אלע מיטהען (באיקעס, לעגענדען) מכח די אויפלעבונג פון דער נאטור און מכח די פריהלינג־זון זיינען דארום פערבונדען געווארען ספעציעל מיט מזל שור. דאן איז עס אפנים אויך פערפאסט געווארען דער זאדיאק. א יאהר אין אונזערע דורות איז מיט 1 סעקונדע *קירצער*, ווי בשעת טהעבעס איז געוועזן די הויפט־שטאדט פון די פרעה׳ס אין מצרים. א זקן פון 100 יאהר לעבט אין אונזערע דורות מיט א *גאנצע שטונדע ווייניגער*, ווי אזא זקן פאר מתן תורה. די פערקירצונג פון אונזערע יאהרען וועט אלץ אזוי אנגעהן ביז דעם יאהר 7600, אבער דאן וועלען שוין די יאהרען צוריק אנפאנגען צו ווערען לענגער, זא צו זאגען, צו וואקסען, אבער נאר ביז א געוויסער פעריאדע, און נאכהער וועלען זיי ווידער קירצער ווערען, א. ז. וו., ביז אין דער אונענדליכקייט אריין“.

דיזע צייט־ענדערונגען זיינען פערבונדען מיט דער בעוועגונג פון דער ערד, וועלכע ווערט גערופען „פרעצעסיע פון עקווינאָקסעס“ און וועלכע ווערט בעטראַכט אין קאַפּיטעל 42. דאָ איז פאַר אונז גענוג צו וויסען, אַז צוליעב דעם, וואָס מיט אונגעפעהר 7000 יאָהר פריהער איז דער אָנפאַנג פון פריהלינג אויסגעפאַלען גראַדע בשעת די „הויז פון דער זון“ איז געווען אין מזל שור, האט מען דאַרום צוזאַמענגעבונדען די ערוואַכונג פון דער נאַטור, ספּעציעל די אויפלעבונג און אויפבליהונג פון פלאַנצען, מיט דעם „הימלישען אָקס“, און אַזוי זיינען ענטשטאַנען געצענדינערשע צערעמאָניעס מיט פּשוט'ע אָקסען.

ווען מיר לעזען, למשל, די זאָנדערבאַרע צערעמאָניעס מכח דעם אָקס „אַפּיס“ אין מצרים, דאַרפען מיר ניט מיינען, אַז מען האָט דאַר־טען סתם פערגעטערט אַן אָקס מיט געוויסע סמנים. דער אמת איז, אַז דער דאָזיגער אָקס, דער „אַפּיס“, איז גאָר געווען אַ סימבאָל פון דעם „הימלישען אָקס“, פון דעם מזל שור, וואו די זון האָט זיך גע־פונען גראַדע בשעת די טעג האָבען אָנגעפאַנגען אַלץ מעהר צו וואַ־רעמען די נאָרדליכע העלפט פון ערד־קוגעל. מען האָט זיך ניט געבוקט צום „אַפּיס“ פּשוט ווי צו אַן אָקס, נאָר מען האָט געפּראַ־וועט געוויסע צערעמאָניעס צום גאָט פון פרוכטבאַר־קייט אין דער געשטאַלט פון דעם זכר פון דער בהמה, וועלכע איז געווען די וויכטיגסטע און ניצליכסטע פאַר די פיה־פיטערער און אויך פאַר די אַקערבויער.

מען דאַרף בכלל ניט מיינען, אַז די פאַרצייטיגע מענשען זיינען עס געווען אַזעלכע גראָבע געצענדיענער, ווי מיר שטעלען זיך עס פאָר. זייערע געטשקעס זיינען אייגענטליך געווען צייכענס פון פער־געטערטע נאַטור־קרעפטע. די איקאָנעס (הייליגע בילדער) פון דער גריכיש־אַרטהאָדאָקסישער קירכע און די סטאַטועןן פון קריסטוס, פון זיין מוטער און פון פערשיעדענע הייליגע אין דער קאַטוילישער קירכע זיינען דאָך באמת אויך ניט מעהר ווי געטשקעס.

ביי אַלע פעלקער, ספּעציעל ווען זיי האָבען זיך אָנגעפאַנגען צו בעשעפטיגען אַלץ מעהר מיט אַקערבוי, זיינען די גרעסטע יום־טובים געווען פערבונדען מיט די יאָהרעס־צייטען, בעזאָנדערס טאַקע מיט'ן פריהלינג און מיט'ן הערבסט, מיט'ן חג האביב און חג האסיף. די עלטעסטע, זאָנדערבאַרסטע און אויך שענדליכסטע (אין אונזערע אויגען) עבודה זרה'ס זיינען געפּראַוועט געוואָרען ספּעציעל לכבוד דער פריהלינג־זון, וועלכע מען האָט אויך פערעהרט אַלס דעם גאָט פון פרוכטבאַרקייט.

מען פלעגט פייערען מיט גרויס שמחה און טאַקע בוכשטעבליך מיט ניי־געמאַכטע פייערס די צייט, ווען די זון פלעגט

אָנפאַנגען צו הויבען זיך אין הימעל נאָך איהר „טויט“ (מען פלעגט עס אויך רופען „קרייציגונג“) אין די ווינטער מאָנאַטען — דערפון שטאַמט עס אויך ק ר י ס ט מ א ס, וואָס אידען רופען „ניטעל“ (נאָך דעם לאַטיינישען וואָרט „נאַטאַל“, וואָס בעדייטעט: געבורט).

נאָך מעהר פלעגט מען זיך פרעהען און פּראַווען צערעמאָניעס אַרום דער צייט פון פריהלינגס־עקווינאָקס (גלייכטאָג), ווען די פעלדער פלעגען בעדעקט ווערען מיט בליהענדע פלאַנצען. דאָס איז געווען דער גרעסטער און אויך דער לוסטיגסטער פון אַלע פּאַרצייטיגע ימים טובים, דער „חג האביב“ ביי אַלע פעלקער אויף דעם נאָרדליכען האַלבקוגעל.

דער דריטער גרויסער נאַטור־פעסט איז געווען אַרום דעם הערבסט־עקווינאָקס. דאַן האָט מען אייגענטליך ניט געפּראַוועט צערעמאָניעס לכבוד די זון, ווייל איהר קראַפט ווערט דאַך אַלץ שוואַכער אין הערבסט (מען פלעגט אויך פּאָעטיש זאָגען: „איהרע האָאַר זיינען אָבגעשאָרען געוואָרען“) און זי לאָזט זיך דאָך אַלץ ניעדריגער אַרונטער אויף דעם הימלישען געוועלב, ביז זי „שטאַרבט“ אום ווי־דער „אויפצולעבען“, אויפצושטעהן תחית המתים צום נייען יאָהר. אַזאַ „אָבגעלעבטע“ זון איז דאָך ניטאָ וואָס צו בעגריסען און צו פרע־הען זיך מיט איהר. אָבער אין אָנפאַנג פון הערבסט זיינען דאָך פאַראַן פרוכטען, דאַן קלייבט מען דאָך צוזאַמען די תבואות פון די פעלדער, דאַן פרעהט מען זיך דאָך מיט דער שניט־צייט. דאַרום פייערט מען עס דעם חג האסיף.

* * *

סמנים פון דיזע נאַטירליכע פּאַרצייטיגע פעסטען, וועלכע זיי־נען צוזאַמענגעפלאָכטען געוואָרען ניט נאָר מיט דער זון, זאָנדערן אויך מיט דער לבנה און מיט געוויסע שטערן־גרופּען, ספּעציעל מיט די מזלות און מעהר פון אַלץ מיט'ן מזל שור — זיינען פערבליבען אין דער קריסטליכער וועלט פיעל מעהר, ווי מען שטעלט עס זיך פאָר פון ערשטען בליק. די רעליגיעזע צערעמאָניעס, וועלכע זיינען אין גרוי־אַלטע צייטען צוזאַמענגעפלאָכטען געוואָרען מיט'ן מזל שור, זיינען אויך פערבליבען לאַנג־לאַנג שפּעטער, ווען מען האָט שוין אַפילו ניט געקענט פערשטעהן זייער אורשפּרונגליכע בעדייטונג.

אָט, למשל, ווען מיר לעזען בעשרייבונגען, ווי מען האָט געפּראַ־וועט פערשיעדענע צערעמאָניעס מיט אַן אָקס אין מצרים (דער בע־ריהמטער געצענדיענסט צום „אַפּיס“), אָדער ווען מיר הערען לעגענדען מכח דעם, ווי „דער הימלישער אָקס עפענט מיט זיינע הערנער דעם קרייז פון יאָהר“, אָדער ווען מיר זעהען מיר זעהען אין מאַנכע ערטער פון איירָאָפּאַ אַזעלכע קאַרנעוואַל־פּראָצעסיאָנען, אין וועלכע מען פיהרט פּ אָ ר א ו י ס אַ פעטען און בעפּוצטען אָקס — דאַרפען מיר וויסען,

אַז דאָס האָט אַלץ אַ פערבינדונג מיט די עלטעסטע פעסטליכקייטען לכבוד פריהלינג און מזל שור. די פערשפּרייטעסטע געצענדיענסטען ביי פעלקער אויף אַ געוויסער שטופע פון קולטור צייגען זיך אַרויס אין דעם.

* * *

די פערשפּרייטונג פון קריסטענטהום צווישען די פעלקער אין אייראָפּאַ האָט ניט אָבגעשאַפט אין גאַנצען די אַלטע געצענדיענערישע פיהרונגען. בעזאָנדערס האָבען זיך די פּאַטערס פון דער קריסטליכער קירכע געמוזט רעכענען מיט די געצענדיענערשע פעסטליכקייטען לכבוד די זונען־געטער און די יאהרעס־צייטען.

אַלע פעלקער האָבען געפייערט מיט פערשיעדענע צערעמאָניעס דעם אָנפאַנג פון זונען־יאָהר, דעם אָנפאַנג פון פריהלינג און די שניט־צייט אין הערבסט. וועגען דיזע צערעמאָניעס האָבען געלעהרטע פאָרשער אָנגעשריבען אַ סך דיקע ביכער, ווייל דיזע צערעמאָניעס וואַרפען אַ העלען שיין ניט נאָר אויף די היינטיגע קריסטליכע ימים טובים, זאָנדערן אויך אויף דעם אורשפּרונג פון געצענדיענסטען בכלל.

דאָס וואָס מיר רופען יעצט אָנפאַנג פון יאָהר אָדער ניי־יאָהר, דאָס האָבען די פאַרצייטיגע מענשען אויך גערופען די „געבורט פון זונען־גאָט“. ווען די זון פלעגט אָנפאַנגען זיך צו הויבען אויפ׳ן הימלישען געוועלב, דאָס הייסט ווען די טעג פלעגען אָנהויבען צו וואַקסען— דאָס קומט דאָך גאָר, ווי מיר ווייסען, ענדע דעצעמבער—פלעגט מען אויך אָנצינדען נייע פייערס לכבוד „די געבורט פון זונען־גאָט“ און דעם אָנפאַנג פון זיין „זיעגרייכען מאַרש איבער דעם הימעל“. אין אַלטען רוים האָט מען טאַקע דיעזען יום טוב גערופען:

Natalis Dei Solis Invicti.

„די געבורט פון דעם זיעגרייכען זונען־גאָט“

די קאַטאָלישע קירכע האָט געלאָזען און געמוזט איבערלאָזען אַזאַ אַלטען נאַטירליכען יום טוב, אָבער זי האָט איהם צוזאַמענגעפּלאָכטען מיט די לעגענדען מכח די געבורט פון יעזוס קריסטוס. דאַרום פייערען עס אַלע קריסטען קריסטמאַס (אויף לאַטייניש „נאַטאַליס“, אויף פראַנצויזיש „נאָעל“, אויף אידיש „ניטעל“) גראַדע צו ענדע דעצעמבער, ווען אַ „נייע זון ווערט געבאָרען“, ווי די פאַרצייטיגע מענשען פלעגען זיך אויסדריקען.

די וויכטיגסטע נאַטור־פעסטליכקייטען זיינען פאָרגעקומען ביי אַלע פאַרצייטיגע פעלקער צום אָנפאַנג פון פריהלינג. דאָס איז זעלבסטפערשטענדליך. דאָס איז דאָך אויך היינט אונזער וויכטיגסטער יום־

טוב—פּ ס ח. מען פלעגט עס אין די אַלטע צייטען רופען אַ „ווידער־אויפלעבונג פון דעם זונענגאָט“. אַזאַ מליצה׳דיגער נאָמען איז אויך אַ גאַנץ פּאַסענדער, ווי יעדער וועט עס פערשטעהען, ווען ער וועט בערעכענען, ווי די גאַנצע נאַטור לעבט אויף, ווען די שטראַהלען פון דער פריהלינג־זון הויבען אָן צו וואַרעמען און צו בעלייכטען די ערד. ביי די אידען האָט עס אויך אין די עלטעסטע צייטען, לאַנג, לאַנג פאַר מתן תורה, ניט געגעבען קיין גרעסערער יום טוב ווי דער חג האביב, וואָס איז ערשט נאָך יציאת מצרים פערונדען געוואָרען מיט חג הפסח.

די גרעבסטע עבודה זרה׳ס זיינען ביי אַלע פּאַרצייטיגע פעלקער צוזאַמענגעפלאָכטען געוואָרען גראַדע מיט דער פערגעטערונג פון דער פריהלינגס־זון און מיט צערעמאָניעס לכבוד די „ווידערגעבורט פון דעם זונענגאָט“, ווייל דאָס איז דאָך צוגלייך געווען אַ פעסט לכבוד דעם גאָט פ ו ן פ ר ו כ ט ב א ר ק י י ט, פון פרו ורבו.

די קאַטאָלישע קירכע האָט יעדענפאַלס געמוזט איבערלאָזען אויך דיעזען אַלטען יום טוב מיט פיעלע געצענדיענערשע צערעמאָניעס, אָבער זי האָט איהם קונציג צוזאַמענגעפלאָכטען מיט די לעגענדען מכח די א ו י פ ל ע ב ו נ ג פ ו ן י ע ז ו ס ק ר י ס ט ו ס. אין דעם קריסטליכען פּסח זיינען פערבליעבען בעזאָנדערס פיעל סימנים פון פּאַרצייטיגען געצענדיענסט אָדער, גיכער, ג א ט ו ר ד י ע נ ס ט; אָבער די גלויביגע קריסטען ווייסען דערפון גאָר ניט, אָדער מאַכען זיך ניט וויסענדיג דערפון. אפילו דער קרייץ, דער צלם, וואָס איז דאָך אנערקענט אַלס דער העכסטער סימבאָל פון קריסטענטהום, איז אויך געברויכט געווען אין דעם אַלטען געצעדיענסט, מייסטענס אַלס אַ צייכען פון פרוכטבאַרקייט, ווי אויך פון די פיער עקען וועלט.

* * *

די פעסטליכקייטען צו ענדע פון זומער אָדער אין אָנפאַנג פון הערבסט זיינען געווען די וויכטיגסטע ביי אַלע פעלקער נאָך דעם פריהלינגס־יום־טוב, נאָך דעם חג האביב, ווייל דאַן האָט מען נאַטירליך געפייערט די שניט־צייט.

די קאַטאָלישע רעליגיאָן האָט בעזאָנדערס לאַנג געקעמפּפט געגען דיעזען געצענדיענערישען יום טוב, דעם חג האסיף, ווייל זי האָט איהם ניט געקענט פערבינדען אַזוי לייכט, ווי דעם ניי־יאָהר און דעם חג האביב, מיט די לעגענדען וועגען „גאָט׳ס זוהן“. ערשט אין אָנפאַנג פון 9טען יאָהרהונדערט איז עס די רוימישע פּאַפּסטען געלונגען ווי עס איז צוזאַמענצוקניפּלען איהם מיט אַ יום טוב צום אנדענקען פון אַ ל ע ה י י ל י ג ע. אויף ענגליש רופט מען דיעזען קירכליכען יום טוב „אָלל סעינטס“ (אַלע היילינע), אָדער פּראָסטער גערעדט „האַלאָווין“.

נאך גרינדליכע פאָרשונגען פון מנהגים, צערעמאָניעס און גלויבענס ביי די אייראָפּעאישע פעלקער, איידער זיי זיינען בעקעהרט געוואָרען צום קריסטענטהום, האָט מען אויסגעפונען, אַז צו ענדע פון אָקטאָבער האָט מען געפּראַוועט געוויסע צערעמאָניעס לכבוד די געטער פון גערעטענים, אַ מין „טהענקס גיווינג דעי". די וויכטיגסטע פון דיזע צערעמאָניעס איז בעשטאַנען אין אַ נ צ י נ ד ע ן פּ י י ע ר ס און אין טאַנצען אַרום זיי. ביי דיזען הערבסט־פעסט פלעגט מען זיך אַזוי לוסטיג מאַכען, ווי אין אָנפאַנג פון פריהלינג און אויך דעם ערשטען מאַי, ווען מען פלעגט אויך אַנצינדען פייערס און טאַנצען אַרום זיי (ספּעציעל פלעגען טאַנצען מיידלעך).

ביי די סעלטען (די ברעטאָנען אין פראַנקרייך, די אירלענדער און וועלשמען אין ענגלאַנד, זיינען עס סעלטישע שטאַמען) האָט דער דאָזיגער הערבסט־יום־טוב געטראָגען דעם נאָמען „בעלטאַן" לכבוד „בעל" (דעם גאָט פון ליכט) און „טאַן" (דעם גאָט פון פייער).

אין דער נאַכט פון 31טען אָקטאָבער פלעגען די דרואידען (די סעלטישע גייסטליכע) אַנצינדען צוויי גרויסע פייערהויפענס, און נאַכהער פלעגט מען טרייבען צווישען זיי מענער, פרויען און אפילו אָקסען. דאָס איז גערעכענט געווען פאַר אַ סגולה צו געזונד אָדער געגען בייזע גייסטער. אַלע אַזעלכע צערעמאָניעס זיינען געווען פערבונדען מיט כישוף. אין יעדער וואָהנונג פלעגט מען דאַן אויך אַנצינדען נייע פייערס, הפנים אום צו בעגריסען דעם גאָט פון אויווענס אין ווינטער.

די „בעלטאַן" צערעמאָניעס זיינען געווען זעהר אַלטע און אויך זעהר לוסטיגע. ווי טיעף זיי זיינען געווען איינגעוואָרצעלט אין וועסט־אייראָפּאַ, בעזאָנדערס ביי די סעלטען, קען מען שליסען דערפון, דאָס דירעקטע שפּורען פון זיי האָט מען געפונען אין אירלאַנד און סקאָטלאַנד נאָך אין אָנפאַנג פון 19טען יאָהרהונדערט, און אינדירעקטע סימנים דערפון האָבען מיר דאָך אין דעם היינטיגען „האַלאָווין" אויך אין יונייטעד סטייטס, וואָס ווערט געפייערט בעזאָנדערס פון קינדער.

ווי שוין בעמערקט, האָבען די קאַטאָלישע גלחים צוזאַמענגעפלאָכטען דעם „בעלטאַן" מיט געוויסע צערעמאָניעס צום אָנדענקען פון אַלע קאַטאָלישע הייליגע (האַלאָמאַס, פערקירצט: האַלאָווין) אין דער נאַכט פון 31טען אָקטאָבער.

נור אנשטאָט צו פּראַווען אין דיזער נאַכט די געצענדיענערישע צערעמאָניעס מיט די „בעלטאַן" פייערס, פּראַוועט מען גאָר צערעמאָניעס אין די קירכען און מען זאָגט תפילות צום אָנדענקען פון אַלע קריסטליכע הייליגע צוזאַמען. אָבער אַז די אַמאָליגע טענץ, שפּרינגענעס און שפּיעלען האָט מען פון דעסטוועגען אויך ניט פערגעסען. נור אָנשטאָט דערוואַקסענע מאַכען זיך יעצט לוסטיג דעם 1טען נאָ־

וועמבער יונגע לייט, ספּעציעל קינדער, פאַר וועלכע „האַלאָווין“ איז געוואָרען אַ מין פּורים־שפּיעל.

אַט אַזוי האַלטען זיך דאָס אָן די עלטעסטע געצעדיענערשע צע־רעמאָניעס אין פערלויף פון יאָהרטויזענדע, און מען דאַרף לאַנג זוכען און גריבלען, אום צו געפינען זייער אורשפּרונג און פאַרצייטיגען זינען.

ביילאַגע ה.

דער לוח—זיין אָנפאַנג און ענטוויקלונג.

(אַ קולטור־געשיכטליכע נאָכפאָרשונג).

בשעת מיר וואַרפען אַ בליק אויף אַ קאַלענדער פון דעם לוי־פענדען יאָהר צוליעב אירגענד וועלכע פּראַקטישע צוועקען, אָדער בשעת מיר ווילען עפּעס אויסגעפינען מכח אַ וואָכען־טאָג אָדער אַ דאַטע אין אַ פריהערען אָדער שפּעטערען יאָהר, טראַכטען מיר געוועהנליך גאָר ניט, וואָס דאָס איז אַזוינס אַ לוח, ווי אַזוי מען איז געקומען דערצו, ווי אַזוי מען האָט איהם אויסגערעכענט אין פער־גאַנגענע צייטען און ווי אַזוי מען רעכענט איהם אויס און מען שטעלט איהם צוזאַמען היינט צו טאָג. מיר האָבען אַ פאַרטיגע זאַך, וואָס מיר ווייסען פאָראויס, אַז אַלעס איז שוין דאָרטען ריכטיג אָנגעגעבען—מכח די ד א ט ע ן זאָגט דאָך טאַקע דער לוח קיין ליגען ניט— און מיר בענוצען זיך דערמיט, ווי מיט טויזענדע אַנדערע זאַכען, וועלכע מיר האָבען געקראָגען בירושה פון אונזערע עלטערען און וועלכע זיינען די פונדאַמענטען פון אונזער היינטיגער הויכער ציי־וויליזאַציאָן.

פּונקט ווי מיר קלערען גאָר ניט, בשעת מיר לייענען אַ בריעף אָדער אַ בוך, ווי אַזוי מען איז דערגאַנגען צו דער קונסט פון שריפטען, וויפיעל קאָפּ־דרעהענים און צרות מען האָט געהאַט, איידער מען איז געפאַלען אויפ'ן שכל צו געברויכען אַזאַ, דאַכט זיך, גאַנץ איינפאַכע און לייכטע זאַך, ווי אַן אלף־בית — אַזוי קלערען מיר ניט, בשעת מיר קוקען אַריין אין אַ לוח, וויפיעל טויזענדער יאָהרען עס האָט געדויערט, איידער מענשען האָבען אַזוי וויים גייסטיג פּראָגרעסירט, אַז זיי האָבען געקענט מעסטען די צייט אין וואָכען, מאָנאַטען און יאָהרען, און וויפיעל טויזענדע יאָהרען עס האָט שוין נאָכהער גענומען אויסצוגעפינען בעסערע און גענויערע רעכנונגען מכח די יאָהרעס־צייטען, אַז די טעג זאָלען בעסער שטימען מיט די מאָנאַטען, די מאָנאַטען מיט די יאָהרען און די יאָהרען מיט זיך זעלבסט, און דיעזע אַלע אויסרעכנונגען אויסשטעלען אויף אַ טאַבעלע אָדער לוח.

לאָמיר טאַקע דאָ אַ קלער טאָן וועגן דעם און לאָמיר וואַרפן אַ בליק צוריק ביז צו די לאַנג פערגאַנגענע צייטען, ווען מען האָט געמאַכט דעם אָנפאַנג פון אַ בעשטימטע צייטרעכנונג נאָך די בעוועגונגען פון די הימלישע קערפּערס. דאָס איז אַ העכסט בעלעהרענדער און אויך זעהר אינטערעסאַנטער שטודיום. וועגען דעם קען מען שרייבען דיקע ביכער, ווען מען זאָל זיך אַריינלאָזען אין איינצעלהייטען, און מען האָט אויך אָנגעשריבען אַזעלכע ביכער. נור מיר וועלען זיך מוזען בענוגענען מיט אַן אַלגעמיינען און ברייטען בליק אויף דער געשיכטע פון דער ענטשטעהונג און ענטוויקלונג פון אַ לוח.

* * *

צוערשט לאָמיר זיך שטעלען די פראַגען: וואָרום איז גראַדע דער ערשטער יאַנואַר ניי־יאָהר נאָך דעם קריסטליכען קאַלענדער? וואָס הייסט עס איבערהויפּט ניי־יאָהר? מיט וואָס איז דער דאָזיגער טאָג אַזאַ יחסן? און וואָס הייסט עס אַ יאָהר? ווען איז זיין אָנפאַנג און ווען איז זיין סוף? וואָרום האָט מען איינגעטהיילט אַ יאָהר דוקא אַזוי, ווי עס איז פערצייכענט אין אַ לוח, און ניט אַנדערס?

אום צו געבען אַן אַנטוואָרט אויף אַזעלכע פראַגען, וועלען מיר זיך ווענדען צו דער געשיכטע פון דער מענשהייט. מיר וועלען אָבער אין דיעזען פאַל אָנפאַנגען ניט פון דער גאַנץ ווייטער פערגאַנגענהייט, ניט פון דעם וואָס מען איז ביז היינט צו טאָג דערגאַנגען מכח די פעלקער אין די עלטסטע צייטען, ווי מען טהוט עס געוועהנליך, ווען מען מאַכט קולטור־געשיכטליכע נאָכפאָרשונגען, נור פערקעהרט, פון די נייע געשיכטליכע צייטען, ווייל אַזוי וועט עס אונז זיין לייכטער צו פערשטעהן דיעזען גאַר ניט לייכטען ענין.

בלעטערענדיג די געשיכטע פון אייראָפּאַ צוריק, אָנפאַנגענדיג פון אונזער צייט, געפינט מען אַז אינטערעסאַנטען פאַקט, אַז דער 1טער יאַנואַר איז געוואָרען אַזאַ יחסן אַלס דער ערשטער טאָג פון אַ יאָהר ביי קריסטליכע פעלקער ערשט מיט קנאַפּע 3 5 0 י אָ ה ר צ ו ר י ק. מיר דערוויסען זיך, אַז אין 1563 האָט אַ פראַנצויזישער קעניג מיט'ן נאָמען קאַרל דער ניינטער אַרויסגעלאָזען אַ בעפעהל, אַז דער 1טער יאַנואַר זאָל זיין ניי־יאָהר. מיר דערוויסען זיך ווייטער, אַז אין ענגלאַנד האָט מען נאָכגעפאָלגט דיעזען ביישפּיעל מיט אונגעפעהר 200 יאָהר שפּעטער, נעמליך אין 1752. דערביי ווערט דערצעהלט, אַז דיעזע ענדערונג אין דעם קאַלענדער האָט אַרויסגערופען פּראָטעסטען ניט נאָר פון פּרויען און ספּעציעל פון אַלטע מיידלעך, וועלכע האָבען זיך דורך דעם געפונען פּלוצלינג עלטער מיט אונגעפעהר 90 טעג, זאָנדערן אויך פון אַרבייטער און קליינע בעאַמטע,

וועלכע האָבען פערפּאָלגט אין די גאַסען דעם מיניסטער לאָרד טשעס־טערפיעלד מיט געשרייען: „גיב אונז צוריק אונזערע דריי מאָנאַט!“ דער עולם האָט דאָ ניט געקענט אָדער גיכער ניט געוואָלט פערשטעהן, אַז ווען און ווי מען זאָל ניט ענדערען די דאַטע פון אַ ניי־יאָהר, מאַכט עס גאָר קיין אונטערשיעד ניט אין דער נאַטירליכער צייט פון יאָהר, אין די בעוועגונגען פון די הימלישע קערפּערס, וועלכע גיבען עס אונז די מעגליכקייט צו מעסטען די צייט.

ביז דיזע אָפיציעלע ענדערונג האָט מען אין וועסט־אייראָפּאַ גע־פייערט דעם נייען יאָהר אין דעם טאָג פון קריסטמאַס, ווי דאָס איז איינגעפיהרט געוואָרען אין דער צייט פון קאַרל דעם גרויסען, וועלכער האָט געהערשט אין 8טען יאָהרהונדערט. דאַמאָלס איז טאַקע דער קריסטליכער קאַלענדער געוועזען אַ קריסטליכער אין דעם זינען, אַז דער אָנגענומענער טאָג פון „נאַטאַלים קריסטי“ (קריסטוס'עס געבורט אָדער, ווי מען רופט עס אויף פראַסט אידיש, נ י ט ע ל, וועלכער וואָרט שטאַמט טאַקע פון דעם לאַטיינישען וואָרט „נאַטאַל“, וואָס בעצייכענט געבורט) איז אויך געווען גערעכענט אַלס דער בירגערליכער ניי־יאָהר. דערפון קומט עס, וואָס אין דייטשלאַנד און ספּעציעל אין די ענגליש־שפּרעכענדע לענדער ווערט אויך יעצט קריסטמאַס געפייערט פיעל מעהר ווי דער אָפיציעלער ניי־יאָהר, דער 1טער יאַנואַר.

פון אַן א ס ט ר אָ נ אָ מ י ש ע ן שטאַנדפּונקט איז עס פיעל ריכטיגער אָנצופאַנגען ניי־יאָהר אַרום קריסטמאַס ווי דעם 1טען יאַ־נואַר. דער 21טער דעצעמבער איז דאָך דער ק י ר צ ע ס ט ע ר ט אָ ג פון יאָהר. דאָס איז די צייט, וועלכע ווערט אין דער אַסטראָ־נאָמיע גערופען ו ו י נ ט ע ר ס אָ ל ס ט י ס (זעה קאַפּיטעל 41). די זון געפינט זיך דעם דאָזיגען טאָג אויף דעם ווייטסטען פּונקט צום זידען אויף איהר שיינבאַרען וועג. דאַרום איז עס אויף דער נאָרד־ליכער העלפט פון ערד־קוגעל דער קירצעסטער טאָג און די לענגסטע נאַכט. אין דער זידליכער העלפט פון ערד־קוגעל איז עס אָבער, פער־קעהרט, דער ל ע נ ג ס ט ע ר טאָג פון יאָהר, אָדער דער ז ו מ ע ר ס אָ ל ס ט י ס. יעדער איינער ווייסט עס דאָך, אַז פון דעם 21טען דעצעמבער פאַנגען די טעג אָן צו ווערען לענגער אין דער נאָרדליכער העלפט פון דער ערד. מיר זעהען ווי די זון הויבט זיך אַלץ מעהר אויפ'ן הימעל נאָך דיעזען טאָג און ווי די טעג „וואַקסען“.

אין אַלטע צייטען פלעגט מען זאָגען, אַז דאָס איז דער טאָג, ווען אַ „נייע זון ווערט געבאָרען“. מען האָט אָנגענומען, אַז ביז דעם קיר־צעסטען טאָג פון יאָהר ווערט די זון אַלץ ש ו ו אַ כ ע ר, עפּעס אַזוי ווי זי ש ט אַ ר ב ט אָ ב. און די טעג ווערען דאַרום קירצער, אָבער נאָכהער ל ע ב ט ז י ו ו י ע ד ע ר א ו י ף, ביז זי דערגרייכט איהר העכסטען פּונקט אויפ'ן הימעל אַם זומער, און די טעג ווערען

וואַרימער און לענגער. אין רוים האָט מען געהאַט אַ גרויסן יום־טוב לכבוד די „געבורט פון דער אונבעזיגבאַרער זון (אויף לאַטייניש האָט עס געהייסן: נאַטאַליס סאָליס אינוויקטי“). דער דאָזיגער יום־טוב איז געפייערט געוואָרן מיט זעהר אינטערעסאַנטע געצענדיענערשע צערעמאָניעס יעדען 25טען דעצעמבער, וועלכער איז דאַן גאָר ניט געווען דער לעצטער מאָנאַט פון יאָהר, ווי אין אונזערע צייטען.

מיר קענען זיך דאָ ניט אריינלאָזען אין איינצעלהייטען מכח די קריסטליכע פייערטעג אין פערגלייך מיט די געצענדיענערישע אין דער גריכיש־רוימישער וועלט. דאָס וועט אונז אראָבפיהרען צו ווייט פון אונזער ענין. מיר ווען דאָ בלויז בעמערקען, אַז די פּאַטערס פון דער קריסטליכער קירכע, וועלכע האָבען ניט געוואוסט און פּשוט ניט געקענט וויסען, ווען יעזוס קריסטוס איז געבאָרען געוואָרען (מען האָט דאָך איבערהויפּט קיין שום היסטאָרישע פאַקטען וועגען דיעזע „וואונדערבאַרע“ געבורט), האָבען זיך טאַקע בענוצט מיט דעם אַלטען רוימישען יום־טוב לכבוד די „געבורט פון דער אונבעזיגבאַרער זון“, אום דאָס צו פערקניפּלען מיט דער געבורט פון אַ גאָט, וואָס איז, נאָך געוויסע לעגענדען וועגען זונען־געטער ביי פערשיעדענע פּאַרצייטיגע קולטור־פעלקער, געבאָרען געוואָרען פון דעם „הייליגען גייסט“ און פון אַ „בתולה“.

דער ניטעל וואָס ווערט יעצט געפייערט אַלס איינער פון די וויכטיגסטע און גרעסטע קריסטליכע ימים־טובים, איז אייגענליך אַ פּאָרט־זעצונג פון אַן אַלטען פייערטאָג ביי פיעלע פעלקער, וועלכע האָבען בעטראַכטעט די זון אַלס דעם הויפּט־גאָט און האָבען דאַרום אויך פערעהרט די „ניי־געבאָרענע זון“ אין דעם טאָג, ווען זי פאַנגט אָן צו הויבען זיך אין הימעל און צו „וואַקסען“ אין איהר אויפּלעבענדער קראַפט. (זעה ביילאַגע ד איבער „שטערן און געצענדיענסט“).

יעדענפאַלס איז עס, ווי געזאָגט, פיעל ריכטיגער צו מאַכען קריסטמאַס פאַר ניי־יאָהר, איידער דעם 1טען יאַנואַר. דער 21טער דעצעמבער בעצייכענט דאָך אַ ב ע ש ט י מ ט ע ן פּ ע ר י אָ ד אין יאָהר. מען קען איהם לייכט אונטערשיידען פון אַלע אַנדערע טעג יעדען יאָהר דערמיט, וואָס ער איז דער ק י ר צ ע ס ט ע ר. דאָס איז, זאָ צו זאָגען, דער מולד“ פון דער זון אין דער גאַנצער נאָרד־ליכער העלפט פון ערד־קוגעל, דער מאָמענט, ווען די זון פאַנגט אָן איהר שיינבאַרע רייזע ווידער צום פריהלינג און ווען די טעג הויבען אָן צו ווערען לענגער.

נאָך ריכטיגער אָבער וואָלט געווען צו מאַכען פאַר ניי־יאָהר דעם 21טען מערץ, דעם טאָג, וואָס ווערט גערופען אין דער אַסטראָנאָמיע „ווערנאַל עקווינאָקס“ (פריהלינגס ג ל י י כ ט אָ ג).

אין רוים האָט מען טאַקע פון די עלטסטע צייטען אָן גערעכענט ניי־יאָהר פון דעם 1טען מערץ. דער אָנפאַנג פון יאָהר איז אַזוי צו־זאַמענגעפאַלען מיט'ן אָנפאַנג פון פריהלינג, וואָס עס איז געווים נאַ־טירליכער, ווי היינט, אַז מען פייערט ניי־יאָהר אין דער אונאַנגענעהמ־סטער צייט פון יאָהר, ווען די טעג זיינען די קירצעסטע און קעל־טעסטע אין די נאָרד־לענדער.

די קריסטען האָבען איבערגענומען דעם רוימישען קאַלענדער מיט די נעמען פון זיינע מאָנאַטען און מיט די אונגלייכע טעג פון די מאָ־נאַטען, אָבער דעם אָנפאַנג פון יאָהר האָבען זיי שליסליך איבערגע־טראָגען פון מערץ אויף יאַנואַר. די נעמען פון די מאָנאַטען פון דעם קריסטליכען קאַלענדער צייגען אָבער קלאַר, אַז די רוימער האָבען אָנ־געפאַנגען זייער רעכנונג פון דעם ערשטען מערץ.

די ענדערונגען פון דעם רוימישען קאַלענדער.

ווען מען וואָלט ניט געוואוסט פון אַלטע שריפטען, אַז די רוימער האָבען גערעכענט ניי־יאָהר פון דעם ערשטען מערץ, וואָלט מען עס געמוזט שליסען פון די נעמען פון די מאָנאַטען אין דעם היינטיגען קריסטליכען קאַלענדער. ווען מען זעהט, למשל, אַז דער צוועלפטער מאָנאַט ווערט גערופען דעצעמבער, וואָס עס בעדייטעט ד ע ר צ ע ה נ ט ע ר אין דער לאַטיינישער שפּראַך, בלייבט דאָך טאַקע נאָר צו דרינגען דערפון, אַז אַמאָל איז דיעזע צייט פון יאָהר גערעכענט געווען פאַר דעם צעהנטען מאָנאַט.

אַזוי איז עס טאַקע געווען. דער גאַנץ אַלטער רוימישער קאַ־לענדער איז בלויז בעשטאַנען פון צ ע ה ן חדשים. ערשט שפּעטער האָט מען צוגעזעצט נאָך צוויי חדשים, אום עס זאָל בעסער שטימען מיט דעם זונען־יאָהר. דעם ערשטען מאָנאַט האָבען די קריעגערישע רוימער געווידמעט צום אָבגאָט, וועלכען זיי האָבען בעזאָנדערס פער־עהרט, נעמליך: צו מ אַ ר ס, דעם קריעגס־גאָט, און דאַרום האָט אויך דיעזער מאָנאַט געקראָגען דעם נאָמען מאַרס (מערץ).

די אָרדנונג פון די ערשטע 10 רוימישע מאָנאַטען איז געווען אַזוי:

1) מ אַ ר ס — צו עהרע פון קריעגס־גאָט מאַרס.
2) אַ פּ ר י ל ו ס — צו עהרע פון דער געטין אַפראָדיט (ווענוס).
3) מ אַ י אַ — צו עהרע פון דער געטין מאַיאַ, מערקור'ס מוטער.
4) י ו נ י ו ס — צו עהרע פון יונאָ, די געטין פון חתונות און יופּיטער'ס פרוי.
5) ק ו ו י נ ט י ל י ס — פינפטער.

6) ס ע ק ס ט י ל י ס — זעקסטער.
7) ס ע פ ט ע מ ב ע ר — זיבעטער.
8) אָ ק ט אָ ב ע ר — אכטער.
9) נ אָ ו ו ע מ ב ע ר — ניינטער.
10) ד ע צ ע מ ב ע ר — צעהנטער.

נאכהער האָבען געפאָלגט די צוויי צוגעגעבענע מאָנאַטען:

11) י אַ נ ו אַ ר י ס — צו עהרע פון גאָט יאַנוס.
12) פ ע ב ר ו אַ — צו עהרע פון דעם גאָט פון מתים.

דער רוימישער יאָהר האָט זיך אַלזאָ אַנגעפאַנגען אין פריהלינג לכבוד דעם גאָט פון קריעג און שלאָכטען און געענדיגט מיט אַ מאָנאַט פון מזכיר נשמות. דאָס איז געווען געצענדיענעריש, אָבער אויך געוויסערמאַסען לאָגיש און יעדענפאַלס פיעל קליגער און אויך פּאָע־טישער ווי היינט צו טאָג, ווען פעברואַר איז אַריינגעשפּאַרט געוואָרען אַלס דער צווייטער מאָנאַט און דערצו נאָך מיט אונגלייכע טעג צו בעצייכענען אַן עיבור־יאָהר. פריהער, אַז פעברואַר איז געווען דער לעצטער מאָנאַט פון יאָהר, איז עס געווען נאַטירליך צוצוזעצען צו איהם אַ טאָג, אום אויסצוגלייכען דעם קאַלענדער מיט'ן זונען־יאָהר. היינט זעהט עס אויס פּשוט ווי אַ קאַפּריז. וואָרום זאָל גראָדע פעב־רואַר געוועהנליך האָבען 28 טעג, וועניגער ווי אירגענד וועלכער אַנדער מאָנאַט פון יאָהר, און וואָרום וואָל מען איהם צוגעבען נאָך אַ טאָג אין אַן עיבור־יאָהר? אַ ריכטיגע אַנטוואָרט דאַרויף גיט אונז נאָר דער אַלטער רוימישער קאַלענדער, נאָך וועלכען פעברואַר איז געווען דער לעצטער מאָנאַט. ער פלעגט האָבען 22 און 23 טעג, ווייל מעהר פלעגט פאַר איהם ניט בלייבען צו ענדע פון יאָהר — גאַנץ פּשוט.

די נעמען קווינטיליס און סעקסטיליס זיינען איבערגעביטען געוואָרען אין דער צייט פון דער רוימישער אימפּעריע לכבוד די קייזערס יוליוס צעזאַר און אָקטאַוויוס אָגוסטוס. אַנדערע רוימישע קייזערס האָבען שפּעטער געוואָלט קריגען דעם זעלבען כבוד, אַז מען זאָל נאָך זייערע נעמען רופען די אַנדערע מאָנאַטען, וועלכע זיינען עד היום געבליבען בעצייכענט נאָך זייער צאָהל (דער טיראַן נעראָן איז געווען איינער פון אַזעלכע עהרגייציגע). אָבער די וועלט האָט עס ניט גע־וואָלט אַנערקענען, און אַזוי זיינען אין דעם רוימיש־קריסטליכען קאַ־לענדאַר פערבליבען 4 מאָנאַט אָהן אַ ספּעציעלען נאָמען, נעמליך: סעפּטעמבער, אָקטאָבער, נאָוועמבער און דעצעמבער, וועלכע שטימען גאָר ניט אין צאָהל מיט די מאָנאַטען פון יאָהר.

קורץ, דער היינטיגער קריסטליכער קאַלענדער שטימט ניט: 1) מיט די ריכטיגע יאָהרעס־צייטען, ווייל ער פאַנגט זיך ניט אָן פון אַ בעשטימטער יאָהרעס־צייט, 2) מיט די קריסטליכע צייטרעכנונג, ווייל ער פאַנגט זיך ניט אָן פון דעם טאָג, וואָס איז אַנגענומען גע־

ווארען אלס קריסטוס'עס געבורטסטאג, און 3) מיט דעם רוימישען קאלענדער גופא, ווייל ער איז צודרעהט געווארען.

די מעסטונגען פון צייט נאך די בעוועגונגען פון די הימלישע קערפערס.

די בעוועגונגען פון די הימלישע קערפערס, וועלכע גיבען אונז די מעגליכקייט צו מעסטען די צייטען און צוזאמענצושטעלען א קאלענדער, קימערען זיך נאטירליך ניט, ווי אזוי מיר טהיילען איין די צייטען און וואס פאר נעמען מיר גיבען די מאנאטען, וואכען און טעג. זיי געהען זיך זייער בעשטימטען וועג, אדער ריכטיגער, דרעהען זיך נאך אייביגע נאטור־געזעצע אין דעם אונענדליכען וועלט־רוים. וויפיעל טעג מיר זאלען ניט רעכענען אין א מאנאט, וועט די לבנה אויף א האר ניט ענדערען די צייט, וועלכע עס נעהמט איהר צו מאכען איהר בעשטימטע רייזע ארום דער ערד, און וויפיעל מאנאטען מיר זאלען ניט רעכענען אין א יאהר, וועט די בעוועגונג פון דער ערד ארום דער זון, וואס פון דער דאזיגער בעוועגונג זיינען אבהענגיג די יאהרעס־צייטען, אויף א האר ניט גענדערט ווערען.

אין דער דאזיגער וואהרהייט האבען זיך מענשען איבערצייגט אין די עלטעסטע צייטען, ווי נור זיי האבען פרובירט אויסארבייטען עפעס א לוח פאר זייערע פראקטישע צוועקען. די אסטראנאמיע בעווייזט מאטעמאטיש, ווארום די טעג, וועלכע קומען פון דער ערד'ס בעוועגונג ארום איהר אקס, שטימען ניט מיט די בעוועגונגען פון דער ערד ארום דער זון. אבער די פראקטיקע האט עס געלערענט מיט טויזענדער יאהרען פריהער, איידער די מאטעמאטישע אסטראנאמיע איז גאר געבארען געווארען.

אלע פארצייטיגע און היינט איבערגעבליבענע קאלענדערס זיינען ניט איינמאל געענדערט און געפיקסט געווארען, אום זיי זאלען בעסער און ריכטיגער שטימען מיט דער צייט, וועלכע עס נעהמט אין דער ווירקליכקייט אונזער ערד צו מאכען איהר יעהרליכע רייזע ארום דער זון. טאמער מיינט איהר, אז דער היינטיגער קאטויליש־רוימישער קאלענדאר איז א פאלקאמענער אין בעצוג אויף דער דאזיגער צייט, האט איהר א טעות. דער פעהלער איז טאקע א גאנץ קליינער, בלויז איין טאג אין פערלויף פון 4000 יאהר; אבער אויב מען זאל דאס אזוי לאזען אונגעענדערט, וועט דער ערשטער יאנואר אויספאלען ארום פסח־צייט אונגעפעהר מיט 320 טויזענד יאהר שפעטער. פאר די לעבענס־צייט פון א מענשען איז אזא פעהלער אין פערלויף פון א יאהר נור א רגע, אבער פאר דעם לעבען פון דער מענשהייט זיינען אפילו הונדערטע טויזענדע יאהר א קורצע צייט (נאך די רעכנונגען

פון געפֿאלגען און אנדערע נאטור־פֿארשער עקזיסטירען מענשען אויף דער ערד מיליאָנען יאָהרען), און ביסלעכווייז ווערן פון די סעקונדען טעג, וואָכען און מאָנאטען, וועלכע מאכען טאקע א שטיק אין די לוח־רעכנונגען.

אין די צייטען אָבער, ווען מען האָט אָנגעפאנגען צו רעכענען א יאָהר נאָך די לבנה מאָנאטען, זיינען אזעלכע פעהלערען געווען גאַנץ גרויסע און האָבען אין פערלויף פון עטליכע יאָהר געצייגט, ווי ווייט אַן אָנגענומענער לוח שטימט ניט מיט די נאטירליכע יאָהרעס־צייטען. ווען מיר אידען וואָלטען זיך געהאַלטען אָן דעם פּארצייטיגען לבנה־קאַלענדער, וואָלט אונזער פסח אויסגעפאַלען ניט שטענדיג אין פריה־לינג, נאָר אין פערשיעדענע צייטען פון יאָהר, פּונקט ווי עס קומט אַלץ פאָר מיט די מחמד'אַנישע פ־יערטעג, וועלכע מאכען דורך אַלע פיער יאָהרעס־צייטען אין פערלויף פון יעדע 19 יאָהר (די מחמד'אַנער האַלטען זיך נאָך אַלץ אָן דעם אַלטען לבנה־יאָהר פון 355 טעג).

דער יוליאַנער און גרעגאָריאַנער קאַלענדערס.

נאָר דערווייל האָבען מיר דאָ דערלאַנגט א צו ווייטען שפרונג אין דער פערגאַנגענהייט. לאָמיר זיך אומקעהרען צום רוימישען קאַ־לענדער.

אין דער צייט פון יוליוס צעזאַר האָט מען דעם פריהערען קאַלענ־דער גרינדליך געפיקסט. די בעסטע אַסטראָנאָמען פון יענער צייט זיינען זיך צוזאַמענגעקומען, אום אויסצוגלייכען דעם בירגערליכען קאַ־לענדער מיט'ן אַסטראָנאָמישען יאָהר. דאַן האָט מען איינגעפיהרט דעם „ביסעקסט“ (עיבור־יאָהר) אַלע 4 יאָהר. דאָס האָט מען איינגע־פיהרט, ווייל אַ יאָהר דויערט 365 טעג מיט אונגעפעהר 6 שטונדען. אין פערלויף פון 4 יאָהר וואַקסט, אַלזאָ, צו אונגעפעהר אַ גאַנצער טאָג, און דאַן רעכענט מען דעם יאָהר 366 טעג. דיזער קאַלענדאַר טראָגט דעם נאָמען: ד ע ר י ו ל י א נ ע ר.

צו יענער צייט האָט מען געמוזט ענדערען דעם אַלטען רוימישען לוח ניט נור דעריבער, ווייל ביסלעכווייז האָט ער אַלץ מעהר אויפ־געהערט צו שטימען מיט דעם אַסטראָנאָמישען זונען־יאָהר, דאָס הייסט: מיט דער ווירקליכער צייט, וואָס עס נעהמט ביז די ערד מאַכט אַ קרייז אַרום דער זון, זאָנדערן אויך דעריבער, ווייל מען האָט דערביי ג ע ש ו ו י נ ד ע ל ט צוליעב פּאָליטישע און פינאַנציעלע אינטערעסען.

דאָס רעכט אויסצוגלייכען דעם אַלטען בירגערליכען לוח מיט דעם אַסטראָנאָמישען יאָהר האָט געהערט צו די פּאָנטיפס (די העכסטע פּריעסטער). מיט אונגעפעהר 450 יאָהר פאַר דער קריסטליכער

צייט־רעכנונג האָט מען אויסגעבעסערט דעם גאַנצען אַלטען לוח, וועל־כער איז געווען צוזאַמענגעשטעלט נאָך די בעוועגונגען פון דער לבנה — אַ יאָהר האָט דאַן געצעהלט 355 טעג — אַזוי אַז צווישען דעם 23טען און 24טען פעברואַר האָט מען יעדען צווייטען יאָהר אינטער־קאַלירט (אריינגעשטעלט) איין מאָל אַ מאָנאַט פון 22 טעג און דעם נעקסטען מאָל אַ מאָנאַט פון 23 טעג.

דער דאָזיגער עיבור־מאָנאַט האָט געטראָגען דעם נאָמען מ ע ר־ ס ע ד אָ נ י ו ס (שטאַמט פון דעם וואָרט מ ע ר ס ע ס, וואָס בעדייטעט לוין, שכירות. מען רעכענט, אַז צו דער דאָזיגער צייט פון יאָהר פלעגט מען עס געוועהנליך צאָהלען אין רוים די שכירות פון דיענער און אַרבייטער).

דאַן איז עס אויסגעקומען, אַז אין פערלויף פון 4 בירגערליכע יאָהרען זיינען געווען 1465 טעג, נעמליך: 4 מאָל 365 טעג צוזאַמען מיט די צוזעצונגען פון 22 און 23 טעג אַלע 2 יאָהר. דאָס האָט אויס־געמאַכט דורכשניטליך 366 און אַ פערטעל טאָג אַ יאָהר, וואָס איז גע־ווען מיט אַ ג אַ נ צ ע ן ט אָ ג מ ע ה ר פאַר דעם אַסטראָנאָ־מישען יאָהר. מען האָט, אַלזאָ, ווידער געמוזט מאַכען אַן ענדערונג אין דעם דאָזיגען קאַלענדער, אום צו קומען נעהענטער צום ריכטי־גען יאָהר, ווי די אַסטראָנאָמען, ספּעציעל גריכישע, האָבען עס דאַמאָלס אויסגערעכענט, נעמליך: 365 מיט אַ פערטעל טעג.

דיזע ענדערונגען אָדער אויסגלייכונגען האָט מען אין רוים אי־בערגעלאָזען צו די פּאָנטיפס, וועלכע האָבען בכלל געהאַט אויפצו־פּאַסען אויף דעם קאַלענדער, אום צו בעשטימען די רעליגיעזע און נאַציאָנאַלע פייערטעג. אייניגע פון דיזע העכסטע פּריעסטער, וועלכע פלעגען געוועהנליך יעדעס יאָהר אויסגעקליבען ווערען, האָבען זיך אָבער בענוצט מיט דעם דאָזיגען רעכט פאַר זייערע פּערזענליכע צוועקען. זיי פלעגען אריינצעהלען מעהר אָדער ווייניגער טעג אין די עיבור־מאָנאַטען, ווי עס האָט בעסער געפּאַסט פאַר זייערע וואַהל־צוועקען. ביסלעכווייז האָט מען אַזוי ווייט מיסברויכט דיזעס רעכט, אַז צו דער צייט פון יוליוס צעזאַר איז דער אונטערשיעד צווישען דעם ציווילען און אַסטראָנאָמישען יאָהר געווען ד ר י י מ אָ נ אַ ט.

אום צו מאַכען אַ סוף צו אַזעלכע פעלשונגען און פּערדרעהע־ניסען, האָט יוליוס צעזאַר אָנגענומען דעם ראַטה פון די בעסטע אַסט־ראָנאָמען פון זיין צייט צו לאָזען אין גאַנצען אָן אַ זייט דעם לבנה־לוח און צו רעגולירען דעם ציוויל יאָהר בלויז נ אָ ך ד ע ר ז ו ן. אַזוי ווי מען האָט גערעכענט, אַז די דורכשניטליכע לענג פון אַ זונען־יאָהר איז 365¼ טעג, האָט מען איינגעפיהרט צוצוזעצען 1 טאָג יעדע 4 יאָהר, אַז דער קאַלענדער זאָל שטימען מיט דער זון.

אום ווידער צוריק צו ברענגען דעם קאַלענדער אַזוי, אַז דער ווערנאַל עקווינאָקס (גלייכטאָג פון פריהלינג) זאָל אויסקומען דעם 25טען מערץ, ווי מען האָט עס דאַן אויסגערעכענט, האָט מען בעשלאָסען (דאָס איז געשעהען מיט 64 יאָהר פאַר די קריסטליכע צייט־רעכנונג) צו פערלענגערען דעם פאַרצייטיגען לבנה־יאָהר פון 355 טעג אויף גאַנצע 90 טעג. דאָס האָט, אַלזאָ, אויסגעמאַכט 445 טעג אין יענעם יאָהר.

אָבער אויך נאָך דיזען פיעל אויסגעבעסערטען און שטרענג רעגו־לירטען יוליאַנער קאַלענדער איז עס אויסגעקומען, אַז יעדע 4 יאָהר האָט מען אַביסעל פערשפּעטיגט. אַזי ווי די לענג פון אַן אַסטראָ־נאָמישען יאָהר איז ניט פולע 365¼ טעג, ווי די צוזאַמענשטעלער פון יוליאַנער קאַלענדער האָבען עס אָנגענומען, נור 365 טעג 5 שטונ־דען 48 מינוטען און 46 סעקונדען, האָט עס געמאַכט יעדען יאָהר אַן אונטערשיעד אין 11 מינוטען און 14 סעקונדען. דאָס איז אַ קליי־ניגקייט, ווען מיר רעכענען בלויז איין יאָהר, אָבער אין פערלויף פון אַ יאָהרהונדערט (גענויער 128 יאָהר) מאַכט דאָס שוין אַן אונטער־שיעד אין אונגעפעהר אַ גאַנצען טאָג.

דער רעזולטאַט דערפון איז געווען, אַז מיט יעדען יאָהרהונדערט איז דער פעהלער אין דעם יוליאַנער קאַלענדער געוואָרען אַלץ גרעסער און קענטיגער. דאַרום האָט מען עס צו דער צייט פון פּאַפּסט גרעגאָרי דעם דרייצעהנטען, נעמליך אין 1582, ווידער צוזאַמענגערופען אַן אסיפה פון בעוואוסטע אַסטראָנאָמען און מען האָט פון דאָס ניי גע־פיקסט דעם רוימישען קאַלענדער, אַז ער זאָל בעסער שטימען מיט דעם זונען־יאָהר.

מען האָט דאַן אויסגעפונען, אַז דורך דעם אויבען־אָנגעצייגטען פעהלער אין דעם יוליאַנער קאַלענדער האָט מען פערשפּעטיגט אויף גאַנצע 10 טעג, און אום צו קומען צו דער ריכטיגער זונען־צייט, האָט דער פּאַפּסט בעפוילען, אַז דער 5טער אָקטאָבער פון 1582 זאָל גערע־כענט ווערען פאַר דעם 15טען אָקטאָבער. מען האָט אַזוי פשוט. אַ י־ בערגעהיפּט 10 דאַטען אין דעם לוח פון יענעם יאָהר.

אום נאָך גענויער אויסצוגלייכען דעם קאַלענדער מיט דעם אַסט־ראָנאָמישען יאָהר, האָט מען דאַן איינגעפיהרט צו רעכענען בלויז איינעם פון יעדען פיערטען הונדערט־יעהריגען יאָהר פאַר אַן עיבור־יאָהר (למשל, דער 2000טער יאָהר וועט זיין אַן עיבור־יאָהר, אָבער ניט די יאָהרען 2100, 2200 און 2300).

דיזער רעפאָרמירטער קאַלענדער טראָגט עס דעם נאָמען: דער גרעגאָריאַנער. ער איז אָנגענומען געוואָרען אין דער גאַנ־צער קאַטוילישער וועלט.

די גריכיש־אָרטאָדאָקסישע קירכע האָט זיך אָבער ענטזאָגט איהם אָנצונעהמען, ווייל דיזע רעפאָרמע איז איינגעפיהרט געוואָרען פון א רוימישען פּאַפּסט. און ביז היינט צו טאָג פיהרט די דאָזיגע קירכע איהרע צייט־רעכנונגען נאָך דעם יוליאַנער קאַלענדער. דער רעזול־טאַט איז, אַז אין די גריכיש־אָרטאָדאָקסישע לענדער, ווי למשל אין רוסלאַנד, פרעשפּעטיגט מען שוין היינט מיט'ן נייעם יאָהר אויף גאַנצע 13 טעג. מיט דער צייט, אויב מען וועט דאָרט ניט אָננעהמען דעם גרעגאָריאַנער קאַלענדער, וועלען קריסטמאַס און ניי־יאָהר אויסקו־מען אין פריהלינג.

מיר זעהען, אַלזאָ, דאָס אפילו אין אונזערע צייטען, ווען די אַסטראָנאָמישע וויסענשאַפט האָט דערגרייכט ביז דער העכסטער שטופע, האָבען מיר נאָך פּלאָנטערס און פערדרעהעניסען מיט א קאַ־לענדער. היינט ווי איז עס שוין געווען אין די אַלטע צייטען, ווען מען האָט גאָר קיינע גענויע רעכנונגען ניט געהאַט און מען האָט גע־טאַפּט, זאָ צו זאָגען, אין דער פינסטער?

די בעוועגונגען פון דער לבנה און די ערשטע קאַלענדערס.

וואָס ווייטער מיר ווענדען זיך צו די אַמאָליגע צייטען מכח די איינפיהרונג פון קאַלענדערס, אַלץ שווערער ווערט עס פאַר אונז פעסטצושטעלען, ווען און וואו עס איז געמאַכט געוואָרען זייער אָנ־פאַנג און געלייגט געוואָרען זייער פונדאַמענט. אַזוי איז עס אויך מיט דעם אורשפּרונג פון אַלע ערפינדונגען און קולטורעלע אויסבע־סערונגען.

יעדענפאַלס מעג מען אָננעהמען פאַר זיכער, אַז אויף געוויסע שטופען פון מאַטעריעלער און גייסטיגער ענטוויקלונג האָבען מענשען געהאַט ע ה נ ל י כ ע אַנזיכטען, שטרעבונגען, גלויבענס, מנהגים און געזעלשאַפטליכע איינריכטונגען. וואָס אָנבעלאַנגט צו צייט־רעכנונגען נאָך די בעוועגונגען פון הימלישע קערפּערס, זאָ איז עס קלאָר ווי דער טאָג, אַז מענשען האָבען פריהער געקענט אויסרעכענען די בעוועגונגען פון דער לבנה אין פערלויף פון א מאָנאַט, איידער די בעוועגונגען פון דער זון אין פערלויף פון א יאָהר.

די ערשיינונגען פון ליכט און פינסטערניס אָדער פון טאָג און נאַכט זיינען נאַטירליך געווען די ערשטע, אויף וועלכע אפילו די ווילדעסטע מענשען זיינען אויפמערקזאַם געוואָרען און מיט וועלכע זיי האָבען זיך געמוזט רעכענען אין זייער שווערען קאַמפּף פאַר עק־זיסטענץ. טאָג און נאַכט צוזאַמען, אָדער די צייט וואָס עס דויערט פון איין זונען־אויפגאַנג אָדער אונטערגאַנג ביז דעם נעקסטען — דאָס איז, זעלבסטפערשטענדליך, געווען די ערשטע נאַטירליכע מאָס פון

צייט, אָבער דאָס איז נאָך געווען גאַנץ ווייניג פיר דעם אָנפאַנג פון א לוח.

א לענגערע צייט־מאָס, וועלכע איז שטענדיג גלייך צו זיך זעלבסט, איז געווען און בלייבט — די בעוועגונג פון דער לבנה ארום דער ערד. דיזע רעגעלמעסיגע באַטירליכע בעוועגונג איז ניט שווער געווען אויסצורעכענען אַפילו פאַר מענשען אין דעם ווילדעסטען צו־שטאַנד. בעטראַכטענדיג די וואַנדערונגען פון דער לבנה און די ענ־דערונגען פון איהרע געשטאַלטען, וואָס מען רופט פ א ז ע ן (אויף העברעאיש: פגימות הירח), האָט מען אויך געקענט צוזאַמענשטעלען א י ע ה ר ל י כ ע ן לוח.

מיר געפינען דארום, אַז דער ערשטער קאַלענדער איז ביי אַלע קולטור־פעלקער געווען א ל ב נ ה׳ ד י ג ע ר. מען האָט אָנפאַנגס געהאַט צוויי אַסטראָנאָמישע מאָסען פון צייט — א מעת לעת און א מאָנאַט. דורך דעם, וואָס די לבנה איז גערעכענט געווען פאַר א מעסטער פון צייט, האָט זי אויך געקראָגען ביי פיעלע פעלקער א נאָמען, וואָס בעדייטעט: „די צייט פון א מאָנאַט“. דער בעריהמטער שפּראַך־פאָרשער מ א ק ס מ י ו ל ע ר ווייזט אָן, אַז די לבנה האָט געקראָגען נעמען, וועלכע שטאַמען פון א שרש, וואָס בעדייטעט: מ ע ס ט ע ן. למשל, דער לאַטיינישער וואָרט „מענסיס“ און די סאַנסקריטישע ווערטער „מאַס“ (לבנה) און „מאַסא“ (מאָנאַט) שטאַ־מען פון דעם שרש „מא“, וועלכער בעדייטעט: מעסטען. אויך דער רוסישער און איבערהויפּט סלאַווישער וואָרט „מעסיאַץ“ בעדייטעט: א מאָנאַט און די לבנה.

ווען מען האָט אָבער געוואָלט אויסגלייכען די טעג מיט די „מענסים“ אָדער מאָנאַטען, פּונקט נאָך די רעגעלמעסיגע בעוועגונגען פון דער לבנה ארום דער ערד, האָט מען זיך ארומגעזעהן, אַז דאָס שטימט ניט, אַז מען קען עס גענוי ניט אויסגלייכען. נאָך די גענויע אַסטראָנאָמישע רעכנונגען דויערט עס פון איין „נייער לבנה“, אָדער ווי די אידישע אַסטראָנאָמען האָבען עס גערופען „מולד“, ביז דער אַנדערער: 29 טעג 12 שטונדען 44 מינוטען און 3 סעקונדען. א לבנה־מאָנאַט איז אַלזאָ עטוואָס מעהר, ווי 29½ טעג.

ווען מען האָט נאָך לאַנגע בעאָבאַכטונגען — ווער ווייסט [illegible] דורות דאָס האָט גענומען — בעמערקט, אַז א צייט־מעסטונג דורך די לבנה־בעוועגונגען פון איין „מולד“ ביז צום אַנדערען דויערט ניט ווייניגער ווי 29 טעג 12 שטונדען, האָט מען איינגעפיהרט 59 טעג פאַר 2 מאָנאַט, נעמליך: איין מאָנאַט פון 29 טעג און אַן אַנ־דערען פון 30 טעג. פאַר געוועהנליכע פּראַקטישע צוועקען איז אַזאַ אויסגלייכונגען פון טעג מיט מאָנאַטען געווען גענוג, בפרט נאָך אַז

מען האָט אָנפאַנגס ניט געזוכט אויסצוגלייכען די לבנה־מאָנאַטען מיט די יאָהרעס־צייטען.

לאָמיר דאָ אגב בעמערקען, אַז דורך דעם וואָס די ערד דרעהט זיך ארום דער זון, ווי די וויסענשאַפטליכע אסטראָנאָמיע בעווייזט עס מיט אייזערנע ראיות און ווי מיר האָבען עס געלערענט אין דיזען בוך, אָדער דורך דעם וואָס די זון בעוועגט זיך ארום דער ערד, ווי מען האָט עס גאַנץ נאַטירליך אָנגענומען ביי אַלע פעלקער לויט די ש י י נ ב א ר ע בעוועגונגען פון דער זון אויפ'ן הימעל — ענדערען זיך גאָר ניט די רעכנונגען פון אַ קאַלענדער. די צ י י ט פון דיזע בעוועגונגען בלייבט דאָך סיי־ווי־סיי ד י ז ע ל ב ע, אַלץ 365 טעג 5 שטונדען 48 מינוטען און 46 סעקונדען. מען האָט דאַרום געקענט אַזוי גענוי אויסרעכענען אַ קאַלענדער פאר קאָפּערניקוס'עס ענטדעקונג, ווי נאָכדעם. די גריכישע און אויך די אידישע אַסטראָנאָמען האָבען זעהר גוט און ריכטיג אויסגערעכענט אַ זונען־יאָהר אין פערגלייך מיט די טעג און חדשים אויף דעם גרונד פון די שיינבאַרע בעוועגונגען פון דער זון, וועלכע זיי האָבען אָנגענומען פאַר ראַיעלע. מיר וועלען דאָ דאַרום ווייטער פשוט געברויכען די אַלטע ווערטער: זונענאויפגאַנג, זונענאונטערגאַנג, די בעוועגונגען פון דער זון, אַזוי ווי דאָס וואָלטען ניט געווען בלויז שיינבאַרע בעוועגונגען פון דער זון. נאָר דער לעזער זאָל אין זינען האָבען אַז אין דער ווירקליכקייט קומט עס נור פון דער ערד'ס בעוועגונגען ארום דער זון.

נון, ווען נאָך אַ לאַנגען געברויך פון לבנה־מאָנאַטען האָט מען זיך ארומגעזעהן, אַז זיי טרעפען זיך ניט צוזאַמען מיט די יאָהרעס־צייטען אָדער, ריכטיגער גערעדט, אַז די צייטען פון די לבנה־בעוועגונגען שטימען ניט מיט די צייטען פון די זון־בעוועגונגען, האָט מען גענומען זוכען פּראַקטישע מיטלען, ווי אַזוי דאָס אויסצוגלייכען. ווי לאַנג דיזע אויסגלייכונג האָט געדויערט איז שווער צו בעשטימען. מען ווייס נאָר זיכער, אַז דאָס האָט זיך געצויגען יאָהרטויזענדע און אַז איין פאָלק האָט דערביי געלערענט ביי דעם אַנדערען.

דער געוועהנליכער פּראַקטישער מיטעל פאר אַזאַ אויסגלייכונג איז בעשטאַנען אין אַ צוזעצונג פון עטליכע טעג, וואָס מען רופט יעצט א י נ ט ע ר ק א ל א צ י אָ ן (אויף אונזער מאַמע־לשון קען מען דאָס נור פערטייטשען מיט'ן וואָרט עיבור־יאָהר). ווי יעדער איד ווייס עס, איז אין דעם אידישען לוח בעשטימט געוואָרען אַן אינטערקאַלאַציאָן פון אַ גאַנצען מאָנאַט, אום אויסצוגלייכען די לבנה־מאָנאַטען מיט'ן זונען־יאָהר. אָבער ניט ביי אַלע פעלקער איז עס אַזוי געווען און אויך ביי אידען איז עס ניט געווען אַזוי שטענדיג.

ווער עס האָט געלערענט גמרא, ווייס וויפיעל קאָפּ־ברעכענעס די תנאים און אמוראים האָבען געהאַט, איידער זיי האָבען ביסלעכווייז געפיקסט דעם אידישען לוח, אום די טעג זאָלען שטימען מיט די לבנה־מאָנאַטען און בעזאָנדערס די לבנה־מאָנאַטען מיט דעם זונען־יאָהר. עס שאַדעט אָבער אויך ניט צו וויסען, אז די זעלבע קאָפּ־ברעכענעס האָבען אַנדערע פעלקער געהאַט און מאַנכע פעלקער לאַנג־לאַנג פריהער פאַר אונזערע תלמידי חכמים.

דער לוח פון בבל.

בעזאָנדערס האָבען אפּנים די אַסטראָנאָמען פון אַלטען בבל, די כאַלדעער (כשדים), זיך געבראָכען די קעפּ אום צוזאַמענשטעלען אַזאַ לוח, וואָס זאָל גענויער אויסגלייכען די לבנה־מאָנאַטען מיט די יאָהרעסצייטען. ווי ווייט מען ווייס עס פון די אויפשריפטען, וועלכע מען האָט אויסגעגראָבען אין מעסאָפּאָטאַמיען (ארם נהרים), איז דער באַבילאָנישער יאָהר בעשטאַנען פון 12 מאָנאַטען צו 30 טעג יעדער. אַזאַ קאַלענדער האָט נאַטירליך ניט געשטימט מיט'ן אמת'ן זונען־יאָהר אין 5 טעג מיט אַ פערטעל. אום דיזען אונטערשיעד אויסצוגלייכען, פלעגען די פּריעסטער אין בבל בעשטימען פון צייט צו צייט געוויסע אינטערקאַלאַציאָנען. די באַבילאָניער האָבען נאָך וועניגסטענס מיט 3500 יאָהר צוריק געהאַט קאַלענדערס, אין וועלכע עס זיינען אויך אָנגעצייגט געוועזען די צייטען פון ליקוי חמה און פון ליקוי לבנה, די צייטען פון „מולד“ און פון די אַנדערע פאַזען פון דער לבנה, א. ז. וו. דאָס ווייס מען פאָזיטיוו פון די מאָנומענטען, וועלכע מען האָט אויסגעגראָבען אין די פלעצער, וואו עס האָבען זיך אַמאָל געפונען די טעמפּלען, פּאַלאַצען און שטעדט פון אשור און בבל.

עס איז איבעריג צו בעמערקען, אַז דערצו זיינען די באַבילאָנער געקומען נאָך לאַנגע און זעהר פּאָרזיכטיגע בעאָבאַכטונגען און אויסרעכנונגען. ניט איין יאָהר־טויזענד איז איינגעשלונגען געוואָרען אין דער עוויגקייט, איידער מען האָט דערגרייכט ביז צו אַזעלכע אַסטראָנאָמישע בעאָבאַכטונגען און אויסרעכנונגען אין בבל און אויך אין מצרים און אין כינאַ, ווי אַלטע מאָנומענטען בעווייזען עס.

וואָס אָנבעלאַנגט צו אידען, האָבען זיי אין די ביבלישע צייטען געוויס געהאַט אַזאַ פּשוט'ן לבנה־קאַלענדער, ווי די אַראַבער און אַנדערע סעמיטישע וואַנדערענדע און פיה־פיטערענדע שטאַמען. אָבער אונזער היינטיגען לוח האָבען מיר איבערגענומען ביי די כאַלדעער. אַזוי ווערט עס אויסדריקליך ערקלערט אין תלמוד ירושלמי. נאָר ווען עס וואָלט גאָר קיין אָנווייזונג ניט געווען אויף דיזען פאַקט אין תלמוד, וואָלטען מיר עס געמוזט שליסען פון די נ ע מ ע ן פון אונזערע

מאָנאַטען. דיזע נעמען זיינען באַבילאָנישע און זיינען איינגעפיהרט געוואָרען ביי אידען נ אָ ך חורבן בית ראשון. מען האָט אין בבל געפונען מאָנומענטען, אויף וועלכע עס זיינען אויסגעקריצט די אַלטע באַבילאָנישע מאָנאַט־נעמען (וואהרשיינליך לכבוד די דאָר־טיגע אָבגעטער), וועלכע שטימען מיט אונזערע יעצטיגע אידישע.

פונקט ווי מיר שליסען, אַז דער גריכישער אַלפאַבעט שטאַמט פון דעם פעניקיש־סעמיטישען, ווייל די נעמען פון די גריכישע בוכשטאַ־בען זיינען כמעט די זעלבע (א — אַלפאַ, ב — בעטאַ, ג — גאַמאַ, א. ז. וו.), אַזוי שליסען מיר, אַז די נעמען פון די אידישע מאָנאַטען שטאַמען פון די באַבילאָנישע.

נאָר שפּעטער האָבען די אידישע אַסטראָנאָמען אויסגעבעסערט דעם באַבילאָנישען קאַלענדער און האָבען איהם פעסטגעשטעלט אַזוי ווי עס איז בעשטימט אין תלמוד אויף דעם גרונד פון דער ע ג י פּ־ט י ש־ג ר י כ י ש ע ר אַסטראָנאָמיע.

אָבער לאָמיר ניט לויפען פאָראויס און לאָמיר נאָך דערווייל בלייבען ביי דעם באַבילאָנישען קאַלענדער, אָדער ריכטיגער, ביי דעם גרוי־אַלטען לבנה־לוח.

צווישען די רעכנונגען אין טעג און די רעכנונגען אין לבנה־מאָ־נאַטען האָבען מיר נאָך אַן אַנדער צייט־מעסטונג, נעמליך: אַ רעכ־נונג אין וו אָ כ ע ן. דיזע רעכנונג שטאַמט פון די 4 הויפּט־פאַזען פון דער לבנה; אָבער זי איז דאָך ניט איינגעפיהרט געוואָרען ביי אַלע פעלקער. די גריכען האָבען גערעכענט די טעג פון מאָנאַט נאָך דעקאַדען (10 טעג), און די רוימער האָבען גערעכענט נאָך אַ ציעמליך פערפּלאָנטערטע איינטהיילונג (נעמליך: קאַלענדען, אידעס און נאָ־נעס; פון דעם וואָרט „קאַלענדען“ שטאַמט עס דער וואָרט „קאַ־לענדער“ צו בעצייכענען אַ לוח). די צוטהיילונג פון לבנה־מאָנאַטען אין וואָכען פון 7 טעג איז איינגעפיהרט געוואָרען זינט זעהר אַלטע צייטען אין מצרים און אויך אין בבל.

ביי אידען זיינען ניט פערבליבען בעזאָנדערע נעמען פאַר די טעג פון דער וואָך, אויסער פאַר דעם 7טען טאָג — שבת. נאָר אין מצרים האָט מען איינגעפיהרט צו בעצייכנען די טעג לכבוד די 7 דאַמאָלס בעקאַנטע פּלאַנעטען אָדער וואַנדערענדע שטערן (די תלמוד־ישע אַסטראָנאָמען האָבען עס גערופען: שבעה כוכבי לכת).

דער אַלט־גריכישער שרייבער ד י אָ ק אַ ס י ו ס דערצעהלט, אַז די פּריעסטער פון מצרים, וועלכע האָבען זיך זעהר שטאַרק אָבגעג־געבען מיט אַסטראָלאָגיע, האָבען איינגעפיהרט צו פייערען יעדע שטונ־דע פון טאָג לכבוד איינע פון די פּלאַנעטען. אָנגעפאַנגען האָבען זיי פון דער ערשטער שטונדע פון זייער אַלטען ערשטען טאָג פון דער וואָך, נעמליך: פון ש ב ת. דיזע שטונדע האָבען זיי געווידמעט

צו דער וויטעסטער פּלאַנעט, נעמליך: צו סאַטורן. דיזער טאָג האָט דארום געקראָגען דעם נאָמען פון דער דאָזיגער פּלאַנעט. די ערשטע שטונדע פון דעם נעקסטען טאָג האָט שוין נאָך אַזאַ רעכנונג געמוזט אויספאַלען לכבוד דער זון, און דארום האָט דער צווייטער טאָג געקראָגען דעם נאָמען זאָנטאָג.

דער לעזער וועט פערשטעהן דיזע איינפאַכע רעכנונג, ווען ער וועט וויסען, אז די שבעה ככבי לכת האָט מען אין יענער צייט אויסגע־שטעלט לויט נאָך זייער וויטקייט פון דער ערד אין פאָלגענדער אָרדנונג: סאַטורן, יופּיטער, מאַרס, זון, ווענוס, מערקור און לבנה. ווי אַזוי מען איז געקומען צו אַזאַ אָרדנונג פון דיזע הימלישע קערפּערס, ווערט ערקלערט הויפּטזעכליך אין קאַפּיטעל 13 פון דיזען בוך. זיכער איז עס, אַז ערשט אַרום דעם ערשטען יאָהרהונדערט פון דער קריסטליכער צייט־רעכנונג האָט מען אין דער גריכיש־רוימישער וועלט איינגעפיהרט צו בעצייכענען די טעג פון דער וואָך מיט די נעמען פון דיזע 7 הימלישע קערפּערס.

דער אורשפּרונג פון די נעמען פון די וואָכענטעג ביי אייראָ-פּעאישע פעלקער.

אַזוי גוט ווי די נעמען פון די מאָנאַטען אין דעם קריסטליך־רוימישען קאַלענדער צייגען זייער אַלטען געצענדיענערישען אור־שפּרונג, ווי דאָס איז שוין אויבען בעוויזען געוואָרען, אַזוי גוט ווי די נעמען פון די חדשים אין דעם אידישען לוח צייגען זייער באַבילאָני־שען אורשפּרונג, ווי די גמרא זעלבסט גיט עס צו — אַזוי צייגען אויך די נעמען פון די וואָכען־טעג ביי אַלע ראָמאַנישע און גערמאַנישע פעלקער זייער אַלטען, זאָ צו זאָגען, הימלישען אורשפּרונג.

די גריכען און די רוימער האָבען איבערגענומען די נעמען פון די וואָכען־טעג ביי די מצריים, ווי די אַלטע גריכישע שרייבערס אַנער־קענען עס. נאָכהער האָבען די גערמאַנישע פעלקער דאָס איבערגע־נומען ביי די רוימער צוזאַמען מיט דעם גאַנצען קאַלענדער. נאָר אין איינינע לענדער זיינען דיזע נעמען אַביסעל געענדערט געוואָרען, אָדער ריכטיגער, פערמישט און צוגעפּאַסט געוואָרען צו די גערמאַ־נישע נעמען פון די זעלבע געטער. ביי די סלאַווישע פעלקער, למשל ביי די רוסען און פּאָליאַקען, וועלכע זיינען געווען וויט פון דעם רוימישען ציוויליזאַציאָנס־צענטער, זיינען די נעמען פון די וואָכען־טעג פערבליבען אַנדערע, ווי ביי די ראָמאַנישע און גערמאַנישע פעל־קער (די פּאָליאַקען האַלטען נאָך אויך אָן זייערע אַלטע אַקערבויערשע און פּאָעטישע נעמען פון די מאָנאַטען).

די ענגלישע נעמען פון די טעג צייגען גראַדע בעזאָנדערס קלאָר זייער אורשפּרונג לכבוד די געטער, וועלכע זיינען פערבונדען געוואָרען מיט די 7 פּלאַנעטען. אין די נעמען „סאַנדעי", „מאָנדעי", און „סאַטורדעי" זעהט מען גלייך, אַז זיי זיינען פערבונדען מיט דער זון, מיט דער לבנה און מיט דער פּלאַנעט סאַטורן. אין די איבעריגע נעמען זעהט מען דאָס ניט פון ערשטען בליק, נאָר מען ווערט געוואָהר דערפון, ווען מען פאָרשט נאָך די אורשפּרינגליכע בעדייטונג פון דיזע ווערטער.

דער וואָרט „טויסדעי" שטאַמט פון דעם נאָמען פון דעם אַלטען סאַקסישען קריעגס־גאָט „טיוו" אָדער „טיו", וועלכער ענטשפּרעכט דעם רוימישען קריעגס־גאָט מאַרס (אין פראַנצויזיש הייסט דיענסטאג: „מאַררדי", וואָס עס איז אַ פערקירצונג פון דעם לאַטיינישען „דיעס מאַרסי" — מאַרס'עס טאָג).

דער וואָרט „וועדנעסדעי", וואָס ווערט יעצט אויסגעשפּראָכען „ווענסדעי", שטאַמט פון דעם נאָמען פון דעם גערמאַנישען גאָט „וואָרען" אָדער „אָדין" און ענטשפּרעכט דעם רוימישען „דיעס מערקורי" (אויף פראַנצויזיש: „מערקרעדי").

דער וואָרט „טהוירסדעי" שטאַמט פון דעם נאָמען פון דעם גערמאַנישען שטורם־גאָט „טהאָר" אָדער „דאָנאַר" (דאַרום איז עס אין דייטש געבליבען: דאַנערשטאַג), וועלכער ענטשפּרעכט דעם רוימישען גאָט יופּיטער (אויף לאַטייניש: „דיעס יאָוויס", פון וואָס עס איז אין פראַנצויזיש געוואָרען „זשוידי").

דער וואָרט „פריידעי" שטאַמט פון דעם נאָמען פון דער גערמאַנישער געטין פון ליעבע „פרעיאַ" אָדער „פריגאַ", וועלכע ענטשפּרעכט דער רוימישער געטין ווענוס (אויף לאַטייניש: „דיעס ווענערים", פון וואָס עס איז אין פראַנצויזיש געוואָרען „וואַנדרעדי").

ווען מיר פרעגען אָבער, וואָרום האָבען די טעג געקראָגען אַזעלכע נעמען און ניט קיין אַנדערע, מוזען מיר זיך ווענדען צו די אַסטראָלאָגען פון בבל און מצרים, וועלכע האָבען עס אַזוי איינגעפיהרט צוליעב רעליגיעזע אַנזיכטען און שטערן־זעהערישע סודות. די פערטהיילונג פון אַ לבנה־מאָנאַט אין וואָכען נאָך די 4 הויפּט־פאַזען פון דער לבנה איז געווען אַ גאַנץ נאַטירליכע זאַך, וועלכע איז געוואָרען העכסט ניצליך פאַר פּראַקטישע צוועקען אַלס אַ מאָס פון צייט. נאָר די נעמען פון די וואָכענטעג האָבען קיין שום נאַטירליכע שייכות ניט מיט אירגענד וועלכער ערשיינונג אין הימעל, אָדער מיט די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען. זייערע נעמען האָבען אַלזאָ בעדאַרפט זיין פ ע ר ש י ד ע ן ביי פערשיעדענע פעלקער, און אַזוי איז טאַקע אויך געווען, ביז די פאַרצייטיגע אַסטראָנאָמען, אָדער ריכטיגער, אַסטראָלאָגען האָבען אויסגעפונען די בעוועגונגען פון די פּלאַנעטען.

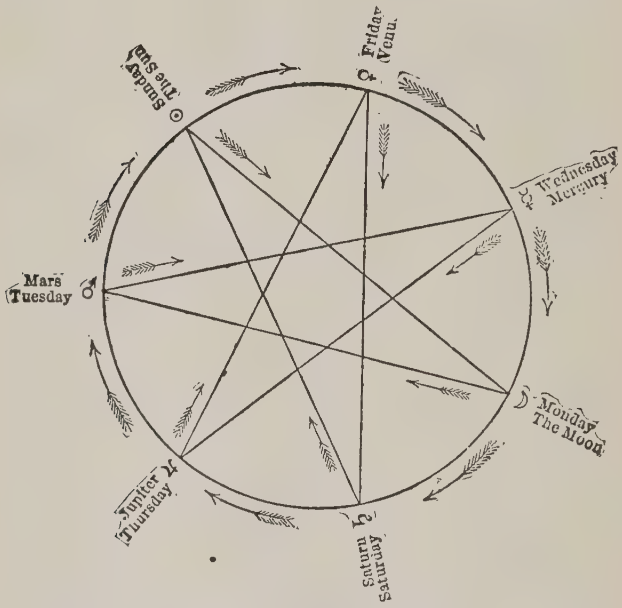
וועלכע מען קען זעהען מיט א נאקעטע אויג (דאס מיינט: אהן טע־לעסקאפען), און האבען צוזאמענגעשטעלט א געוויסע ס י ס ט ע ם פון די דאזיגע הימלישע קערפערס און פון זייערע בעוועגונגען.

דאס איז געווען די סיסטעם פון די 7 וואנדערנדע שטערן, פון די שבעה כככבי לכת, וואס זייערע בעוועגונגען האט מען שטענדיג גע־זעהען אויפ'ן הימעל און וואס מען האט ביסלעכווייז, נאך אלץ אויפ־מערקזאמערע בעאבאכטונגען אין פערלויף פון טויזענדער יאהרען, אויך א ו י ס ג ע ר ע כ ע נ ט.

די ערד האט מען, ווי בעקאנט, אנגענומען פאר אן אונבעוועגלי־כען צענטער פון דעם גאנצען וועלט־רוים און ארום איהר האט מען אויסגעשטעלט אין קרייזען אדער ספערען די הימלישע קערפערס: די לבנה, די זון, די 5 דאמאלס בעקאנטע פלאנעטען און אויך אלע פיקסע שטערן אין א געוויסער ארדנונג. די דאזיגע ארדנונג איז געווען, ווי שוין אויבען געזאגט, נאך די בעאבאכטעטע ו ו י י ט ק י י־ט ע ן פון די הימלישע קערפערס ביז צו אונזער ערד אלס צענטער. ווי אזוי מען איז דערגאנגען דערצו, ווי אזוי מען האט, למשל, דאמאלס געקענט בעשטימען, אז די לבנה איז א נעהענטערער הימלישער קער־פער צו דער ערד, ווי אלע אנדערע הימלישע קערפערס, און אז סאטורן איז די ווייטעסטע פלאנעט, נאך וועלכער עס פאלגט שוין די ספערע פון אלע פיקסע שטערן, איז ערקלערט אין קאפיטעל 13 פון דיזען בוך. אונזער צוועק איז דא בלויז איבערצוגעבען די א נ־ו ו ע נ ד ו נ ג פון אסטראנאמיע צו צייט־רעכנונגען און צו צוזא־מענשטעלונגען פון קאלענדערס.

מיר וועלען זיך דא, אלזא, בעגנוגענען מיט דעם פעסטגעשטעלטען פאקט, אז די סיסטעם פון די 10 הימלישע ספערען (עשר ספירות) און פון די שבעה כככבי לכת איז שוין וועניגסטענס מיט 3500 יאהר צוריק געווען בעקאנט אין מצרים. די פריעסטער אין די טעמפלען פון מצרים פלעגען זיך אויך אבגעבען מיט זאגען נביאות אויף דעם גרונד פון די בעוועגונגען פון די פלאנעטען. מען האט געפונען ביי אויס־גראבונגען אין מצרים אסטראלאגישע טאוולען, וועלכע צייגען, אז די חרטומים דארטען האבען שוין גאנץ גענוי געקענט אויסרעכענען די בעוועגונגען פון די פלאנעטען. די שטערן־זעהערס אין גריכענ־לאנד, אין רוים און אין אלע קולטור־לענדער ביז צו דער צייט, ווען די נייע אסטראנאמיע האט דערלאנגט א טויט־קלאפ דער אלטער אסטראלאגיע (היינט קוקט מען אויף שטערן־זעהעריי פונקט ווי, למשל, אויף חכמת היד, קארטען־ווארפעריי און אנדערע זאגענאטע וואהר־זאגעריי, דאס הייסט, ווי אויף אלטע דומהייטען און אבערגלויבענס) — האבען זיי אלץ נאכגעפאלגט די רעכנונגען און חקירות פון די חרטומים פון מצרים און פון די כאלדעער.

אַט דיזע חרטומים האָבען עס שליסליך איינגעפיהרט צו בע־צייכענען די 7 טעג פון דער וואָך לכבוד די 7 וואַנדערנדע שטערן. און אַזוי איז עס פערבליבען ביז היינטיגען טאָג, ווי מיר האָבען עס אוי־בען געזעהן. זיי האָבען עס אויך איינגעפיהרט דעם „קאַבאַליסטישען קרייז", וואָס טראָגט היינט אין דער אַסטראָלאָגיע דעם לאַטיינישען נאָמען „העפּטאַקאָרד". דאָס איז פשוט אַ קרייז, צוטהיילט אין 7 גלייכע חלקים, נאָך די נעמען פון די פּלאַנעטען אָדער פון די טעג, אַט ווי אויף דער צייכנונג 132.



צייכנונג 132.—דער אסטראָלאָגישער אָדער קאַבאַליסטישער קרייז פון די וואָכען־טעג.

צוערשט האָבען די פּריעסטער פון מצרים איינגעפיהרט צו רופען יעדע שטונדע פון טאָג לכבוד איינע פון די 7 פּלאַנעטען. אָנגעפאַנגען האָבען זיי, ווי אויבען בעמערקט, פון דער ערשטער שטונדע פון דעם ערשטען טאָג, וועלכער איז ביי זיי גערעכענט געווען שבת, אַזוי ווי ביי אידען. לויט די בעשרייבונגען פון אַלט־גריכישע רייזענדע און היסטאָ־

ריקער, איז דיזע רעליגיעז־אסטראָלאָגישע (אין אַלטע צייטען איז רע־ליגיאָן געווען זעהר ענג פערבונדען מיט שטערן־זעהעריי) רעכנונג צוגעגאנגען אזוי:

די ערשטע שטונדע פון שבת האָט מען אָנגערופען לכבוד דער ווייטעסטער פּלאַנעט, וועלכע איז פערבונדען געוואָרען מיט'ן נאָמען סאטורן, דארום האָט עס אויך דיזער טאָג געקראָגען דעם נאָמען לכבוד דער דאָזיגער פּלאַנעט. די צווייטע שטונדע פון דעם זעלבען טאָג איז אָנגערופען געוואָרען לכבוד דער צווייטער פּלאַנעט, לויט איהר ווייט־קייט פון דער ערד, נעמליך: לכבוד יופּיטער, די דריטע שטונדע—לכבוד מאַרס, די פיערטע—לכבוד דער זון, די פינפטע—לכבוד ווענוס, די זעק־סטע—לכבוד מערקור און די זיעבענטע—לכבוד דער לבנה. די ווייטערע שטונדען פון טאָג זיינען געווידמעט געוואָרען צו די זעלבע הימלישע קערפּערס אין דער זעלבער אָרדנונג. נאָך יעדע 7 שטונדען האָט מען אָנגעפאנגען די זעלבע רעכנונג פון דאָס נייע.

נון, פּרובירט אַליין מאַכען די זעלבע רעכנונג אין דער זעלבער אָרדנונג, וועט איהר זעהען, אז די 25טע שטונדע, דאָס הייסט די ערשטע שטונדע פון דעם נעקסטען טאָג, וועט שוין אויספאַלען לכבוד דער זון. דארום האָט אויך דיזער טאָג געקראָגען דעם זעלבען נאָ־מען, ווי זיין ערשטע שטונדע, און דארום איז עס געבליבען, אז דער נעקסטער טאָג נאָך שבת הייסט זאָנטאג. פאָלגט נאָך ווייטער די זעלבע רעכנונג אין דער זעלבער אָרדנונג, וועט איהר אויסגעפינען, אז די ערשטע שטונדע פון דעם צווייטען טאָג נאָך שבת, וועט שוין אויספאַלען לכבוד דער לבנה. דארום איז אויך דער נאָמען פון דיזען טאָג פערבליבען מאָנטאג. ווען איהר וועט אזוי ווייטער מאַכען די זעלבע רעכנונג אין דער זעלבער אָרדנונג פו די 7 פּלאַנעטען, ווי מאַרקירט מיט ווייזערס אויף אונזער צייכנונג פון דעם „קאַבאַליסטי־שען קרייז", — וועט די ערשטע שטונדע פון דעם פיערטען טאָג זיין לכבוד מערקור, די ערשטע שטונדע פון 5טען טאָג — לכבוד יופּיטער, און די ערשטע שטונדע פון 6טען טאָג — לכבוד ווענוס.

קורץ, אַזוי איז די געשיכטע פון די נעמען פון די וואָכענטעג אין דעם רוימיש־קריסטליכען קאַלענדער. די גערמאַנישע פעלקער האָבען אָנגענומען די זעלבע אָרדנונג לכבוד די זעלבע פּלאַנעטען, נאָר די נעמען האָבען זיי, ווי געזאָגט, געענדערט לכבוד זייערע אייגענע נאַטור־געטער, וועלכע האָבען פערנומען אין זייער מיטהאָלאָגיע אונ־געפעהר דעם זעלבען פּלאַץ, ווי אין דער גריכיש־רוימישער מיטהאָ־לאָגיע.

די אויסגלייכונג פון לבנה-מאָנאַטען מיט די זונען-יאָהרען.

אַבוואהל דער קריסטליך־רוימישער קאַלענדער איז אַ זונענדיגער, דאָס הייסט, ער ווערט נאָר אויסגערעכענט און צוזאַמענגעשטעלט אין פערבינדונג מיט די בעוועגונגען פון דער ערד אַרום דער זון און האָט אייגענטליך גאָר ניט צו טאָן מיט די בעוועגונגען פון דער לבנה אַרום דער ערד, דאָך איז פערבליבען איין דאַטע, וועלכע צייגט אָן אויף די אַלטע לבנה־קאַלענדערס און בעזאָנדערס אויף דער פער־צייטיגער פערגעטערונג פון דער לבנה.

דאָס איז נעמליך די דאַטע פון דעם קריסטליכען פסח. די דאָזיגע דאַטע ווערט אויסגערעכענט ניט נאָך דער זון, נאָר נאָך דער לבנה. דערביי ווערט געברויכט דער גלח'ישער לבנה־לוח. עס וואָלט פערנומען צופיעל פּלאַץ צו ערקלערען (אגב האָט עס גאָר ניט צו טאָן מיט אַסטראָנאָמיע), ווארום עס איז איינגעפיהרט געוואָ־רען, אַז דער ערשטער טאָג פון קריסטליכען פסח זאָל גראָדע זיין דער נעקסטער זאָנטאָג אַרום דער צייט פון דער נייער לבנה אָדער „מולד“ נאָך דעם עקווינאָקס (גלייכטאָג) פון פריהלינג, וועל־כער קומט אין אונזערע צייטען אויס דעם 21טען מערץ. ניט ווייניג רעליגיעזע שטרייטען זיינען פאָרגעקומען וועגען דעם דאָזיגען פּונקט צווישען די ערשטע קריסטליכע סעקטען. אָבער נאָך מעהר און נאָך הייסער האָט מען זיך צווישען די ערשטע קריסטען אַרומגעריסען ווע־גען דעם, אַז דער ערשטער טאָג פון קריסטליכען פסח זאָל ניט צוזאַמענפאַלען מיט'ן ערשטען טאָג פון אידישען פסח.

מיר וועלען זיך דאָ בענוגענען מיט'ן פאַקט, אַז שליסליך האָט מען איינגעפיהרט אַ גאַנצע רעכנונג וועגען דיזען פּונקט, וועלכע טראָגט דעם נאָמען „פּאַסחאַליע“ און איבער וועלכע די שילער פון די קריסט־ליכע סעמינאַריעס ברעכען זיך ניט ווייניג זייערע קעפּ. לויט אָט דער דאָזיגער רעכנונג פיקסט מען עס יעצט דעם טאָג פון קריסט־ליכען פסח אַזוי, אַז ער זאָל ניט אויסקומען פריהער פאַר דעם 21טען מערץ און שפּעטער פאַר דעם 25טען אַפּריל (די צייט צווישען צוויי נייע לבנות אָדער מולד'ס), און אַז ער זאָל אויף קיין פאַל ניט אויסקומען גלייכצייטיג מיט'ן ערשטען טאָג פון אידישען פסח. די אויסרעכנונגען פון די קריסטליכע „פּאַסחאַליסטען“ זיינען אונגעפעהר די זעלבע, ווי די תלמוד'ישע אויסרעכנונג, אַז דער ערשטער טאָג פון אונזער פסח זאָל ניט אויספאַלען אין געוויסע טעג, נעמליך: „פסח לא בד"ו“.

פון ערפאהרונג וויים יעדערער, אז דער קריסטליכער פסח און דער אידישער פסח טרעפען זיך קיין מאל ניט צוזאמען. נאר עס שאדעט אויך ניט צו וויסען, אז דאס איז ניט לייכט געווען אויסצורעכענען. דער גרונד פון דיזע אויסרעכנונגען איז געווען און איז געבליבען א רעליגיעזער, ווייל די קריסטליכע סעקטען האבען געוואלט ערוויטערען זיך אלץ מעהר פון די אידען. נאר דערביי האט מען זיך בענוצט מיט די אלגעמיינע אסטראנאמישע רעכנונגען וועגען א קאלענדער, צו וועלכען מען איז געקומען נאך בעאבאכטונגען אין פערלויף פון טויזענדער יאהרען, בעאבאכטונגען, וועלכע זיינען איבערגעגעבען געווארען צוערשט מינדליך און נאכהער שריפטליך פון דור צו דור.

ביי אלע פעלקער אויף דער ערד איז דער „מולד" געפייערט געווארען מיט רעליגיעזע צערעמאניעס. דאס איז ענטשטאנען ספעציעל צוליעב דעם, ווייל פון'ם „מולד" האט מען גערעכענט דעם אנפאנג פון דעם לבנה־מאנאט. מען האט אויך געפייערט די אנדערע פאזען פון דער לבנה, בעזאנדערס די פולע לבנה (מלא). א סמן דערפון האבען מיר אידען ביז'ן היינטיגען טאג אין דער צערעמאניע פון מחדש זיין די לבנה. אפילו ביי די אינדיאנער און אויסטראליער האט מען געפונען געוויסע רעליגיעזע צערעמאניעס לכבוד דעם „מולד" און די פולע לבנה. דער סוף פון דעם גרעסטען מחמר'אנישען יום־טוב „ראמאדאן" ווערט שטענדיג בעשטימט, ווען מען בעמערקט דעם „מולד". מען קוקט יעצט אויס אויף איהם אין די מוסלמאנישע לענדער, פונקט ווי אין די אמאליגע צייטען ביי אידען צו בעשטימען דעם ראש חודש, ווי דאס איז אויספיהרליך בעשריעבען אין תלמוד.

די ענטדעקונג פון מחזור קטן.

די בעריהמטע אלט־גריכישע „אלימפיאדען", נאך וועלכע מען פלעגט אין אלטען גריכענלאנד פיהרען די צייט־רעכנונג, פלעגען זיך אויך אנפאנגען מיט דער ערשיינונג פון „מולד". אום דיזע אלימפיאדען זאלען געוועהנליך אויסקומען אין די זעלבע יאהרעס־צייטען, האט מען גענומען מאכען בעאבאכטונגען און רעכנונגען, וועלכע האבען שליסליך געפיהרט צו דער וויכטיגער ענטדעקונג פון דעם גריכישען אסטראנאם מעטאן ארום דעם יאהר 433 פאר דער קריסטליכער צייטרעכנונג.

די דאזיגע אויסרעכנונג איז בעשטאנען אין דעם, וואס די תלמודישע אסטראנאמען רופען „מחזור קטן". דאס איז נעמליך דער סיקלוס (אויף ענגליש: סאיקל) אדער קרייז פון 19 יאהר, ווען די פאזען פון דער לבנה ווידערהאלען זיך אדער קומען אויס

וויעדער אין דער זעלבער אָרדנונג און אין די זעלבע טעג.

עס איז שווער צו זאָגען בעשטימט, אויב מעטאָן איז ווירקליך געוועזן דער ערשטער מענש אין דער וועלט אויסצורעכענען, אַז 2 3 5 לבנה־מאָנאַטען זיינען גלייך צו 6940 טעג אָדער 1 9 זונען־יאָהרען. נאָר זיכער איז עס, אַז די גריכען האָבען זיך שטאַרק דערפרעהט מיט דיעזער אויסרעכנונג און האָבען עס זאָגאַר געהאַלטען פאַר אַ געטליכע זאַך. זיי האָבען יעדענפאַלס אויסגע־קריצט דיעזע אויסרעכנונג מיט גאָלדענע בוכשטאַבען אויף טאָוולען, אום אַלע זאָלען עס וויסען און געדענקען.

דאָס זיינען געוועזן די בעריהמטע גאָלדענע טאָוולען אין די אַלט־גריכישע שטעדט. דער יאָהר, ווען עס קומט אויס, אַז דער „מולד" בעווייזט זיך גראַדע דעם 1טען יאַנואַר, טראָגט נאָך יעצט דעם נאָמען „גאָלדענע צאָהל". דיעזער נאָמען שטאַמט פון מעטאָן'ס גאָלדענע טאָוולען.

דורך דיזע ענטדעקונג האָט מען שוין לייכט געקענט אויסגליי־כען די לבנה־מאָנאַטען מיט דעם זונען־יאָהר. דער אונטערשיעד איז בלויז 1 טאָג אין פערלויף פון יעדע 304 יאָהר, און דאָס איז שוין אַ קלייניגקייט פאַר פּראַקטישע צוועקען. צוגעבענדיג אין בעשטימטע פעריאָדען עיבור־מאָנאַטען, האָט מען געקענט צוזאַמענשטעלען אַזאַ לבנה־לוח, וואָס זאָל זיך צו ענדע פון יעדע 19 יאָהר אויסגלייכען מיט די זונען־יאָהרען.

עס איז גענוג צו קענען איינפאַכע אַריטהמעטיק, אום אויסצורע־כענען דעם **מעטאָנישען סילקוס** אָדער „מחזור קטן". די צייט וואָס עס דויערט פון איין „מולד" ביז דעם אַנדערען איז, לויט די הייַנטיגע גענויע אַסטראָנאָמישע רעכנונגען, 29 טעג 12 שטונ־דען 44 מינוט און 28 סעקונדען. מולטיפּליצירט דיעזע צייט פון אַ לבנה־מאָנאַט אויף 235, וועט איהר געפינען, אַז דאָס מאַכט 6939 טעג 16 שטונדען און 31 מינוט.

די צייט פון אַן אַסטראָנאָמישען זונען־יאָהר איז 365 טעג 5 שטונדען 48 מינוטען און 46 סעקונדען. מולטיפּליצירט דיעזע צייט אויף 19, וועט איהר געפינען, אַז דאָס מאַכט 6939 טעג 14 שטונדען און 26½ מינוטען. דער אונטערשיעד צווישען 235 לבנה־מאָנאַטען און 19 זונען־יאָהרען איז, אַלזאָ, בלויז אין 2 שטונדען און 4½ מינוט.

אָבער אַזוי ווי מעטאָן האָט גערעכענט, דאָס 235 לבנה־מאָנאַטען מאַכען צוזאַמען 6940 טעג, איז דער רעזולטאַט דערפון געוועזן אַ פעהלער אין אונגעפעהר 7½ שטונדען יעדע 19 יאָהר. אין 4 אַזעלכע סילקוסען, ד. ה., אין פערלויף פון 76 יאָהר (19 מולטיפּליצירט אויף 4), האָט דאָס שוין געמאַכט אַן אונטערשיעד פון 30 שטונדען. דארום

האט עס שפעטער אן אנדער גריכישער אסטראנאם, איינער מיט'ן נאמען קאליפוס, פארגעשלאגען, אז אין איינעם פון יעדע 4 מחזור קטן'ס זאל מען רעכענען מיט איין טאג ווייניגער, נעמליך 6939 טעג. נאך דיזער אויסבעסערונג איז דער אונטערשיעד געבליבען בלויז 6 שטונדען יעדע 76 יאהר אדער א טאג אין פערלויף פון 304 יאהר.

דער דאזיגער „מחזור־קטן" איז אויך דער גרונד פון דעם אידישען לוח, ווי די אסטראנאמען פון תלמוד האבען איהם שליסליך אויסגערעכענט און בעשטימט. דער גרעסטער פון דיזע אסטראנאמען איז הפנים געווען מר שמואל, וועלכער האט געקראגען די צונעמענים ירחינאי. ער האט געלעבט אין דעם 3טען יאהרהונדערט נאך קריסטוס'עס געבורט. אלזא, מיט אונגעפעהר 700 יאהר נאך דעם גריכישען אסטראנאם מעטאן. וועגען איהם דערצעהלט עס די גמרא, אז „די וועגען פון הימעל זיינען איהם אזוי קלאר געווען ווי די גאסען פון נהרדעא".

עס איז אבער א גרויסע פראגע, אויב ער און אלע אנדערע תלמודישע אסטראנאמען זיינען זעלבסטשטענדיג געקומען צו אזא נאהענטע בעקאנטשאפט מיט די „וועגען פון הימעל". זיי האבען געוויס געלערענט דיזע רעכנונגען ביי די גריכען. צו דער צייט, ווען דער אידישער לוח איז פעסטגעשטעלט געווארען, האט דאך שוין דער גרויסער גריכישער אסטראנאם פטאלעמעאוס געהאט פעסטגעשטעלט אין „אלמאגעסט" די אסטראנאמישע סיסטעם, וועלכע האט בעהערשט די גאנצע קולטור־וועלט ביז צו דער צייט, ווען די לעהרע פון קאפערניקוס איז אנערקענט געווארען פאר די ריכטיגע. מיט 400 יאהר פאר דיזען גרעסטען תלמודישען אסטראנאם האט געלעבט דער געניאלער גריכע היפארכוס, וועלכער ווערט אנערקענט פאר דעם גרעסטען אסטראנאם פון די אלטע צייטען.

וואס אנבעלאנגט צום „מחזור קטן", זא האבען מיר דאך שוין אויבען געזעהן, אז אויב די תלמודישע אסטראנאמען זיינען ווירקליך אליין, דורך אייגענע בעאבאכטונגען און רעכנונגען, דערגאנגען דערצו, האבען זיי זיך פערשפעטיגט אויף 500 יאהר אין פערגלייך מיט די גריכען פון מעטאן'ס צייט. איך מיין דערמיט גאר ניט אבצולייקענען די חכמה און די קענטניסע פון די תלמודישע אסטראנאמען. איך האב ניט דעם מינדעסטען צווייפעל, אז זיי זיינען געווען גרויסע דענקער און האבען גוט געקענט די אסטראנאמיע פון זייער צייט. דאס האבען זיי אויך בעוויזען מיט זייער אויסגעצייכענטער אויסרערעכענונג פון דעם אידישען לוח. אבער דער אמת מוז געזאגט ווערען, אז די גריכען האבען מיט יאהרהונדערטע פריהער פאר די תנאים און אמוראים געהאט פיעל גרעסערע אסטראנאמען, וועלכע האבען דאס אלעס אויס־

גערעכענט און ביי וועלכע די אַסטראָנאָמען פון אַנדערע פעלקער, דאָ־רונטער אויך די רוימישע און שפּעטער די אַראַבישע, האָבען גע לע־רענט דיעזע גרויסע חכמה.

עס קען זיין, אַז די אידען פון יענע צייטען וואָלטען זיך גאָר ניט געבראַכען זייערע קעפּ מכח אַזאַ לוח, וואָס זאָל שטימען מיט די יאָהרעסצייטען נאָך די שיינבאַרע בעוועגונגען פון דער זון, און זיי וואָלטען געבליבען ביי די אַלטע רעכנונגען פון די לבנה־מאָנאַטען, פּונקט ווי זייערע שטיף־ברידער, די אַראַבער און אַלע מחמר'אַנישע פעלקער—ווען זיי וואָלטען ניט בעדאַרפט זיך רעכענען מיט די יאָה־רעסצייטען פון די ימים טובים און ספּעציעל פון פּסח.

דער אידישער לוח אין ביבלישע און תלמודישע צייטען.

אין די ביבלישע צייטען איז אביב (יעצט ניסן) געווען דער ערשטער מאָנאַט, אָדער ריכטיגער, דער אַנפאַנג פון יאָהר. דאָס איז געווען אין פריהלינג, און דער ביבלישער בעפעהל צו האַלטען פּסח אין דיעזען מאָנאַט האָט ספּעציעל געפיהרט צו די אויסרעכנונגען, אַז די לבנה־מאָנאַטען זאָלען שטימען מיט'ן זונען־יאָהר.

צוליעב דיעזע רעליגיעזע צוועקען האָט מען עס ביי אידען אָנגעפאַנגען צו שטודירען די אַסטראָנאָמיע און צו בעשטי־מען די מאָנאַטען ניט לויט די בעאָבאַכטונגען פון עדות און דורך פייער־סיגנאַלען אויף די בערג, ווי דאָס האָט זיך געפיהרט אפילו אין דער צייט פון יהודה הנשיא — מען רופט עס דאָרום „קדוש החדש על פי ריאה“ — זאָנדערן לויט אַסטראָנאָמישע אויסרעכנונגען, אָדער נאָך „קדוש החדש על פי חשבון“.

דער „סוד העיבור“, אָדער די אויסרעכנונג פו די עיבור־מאָנאַטען, איז געווען די פּריווילעגיע פון סנהדרין און נאָכהער פון די נשיאים. זיי פלעגען עס בעשטימען דעם אדר שני, אום פּסח זאָל אויסקומען אין פריהלינג און אום די אַנדערע ימים טובים זאָלען פאַלגען אויך אין די בעשטימטע יאָהרעס־צייטען.

אין דער ביבעל ווערט גאָר ניט דערמאָנט וועגען אַן „עיבור“. מען רעכענט, אַז דאַן האָט מען נאָך דערפון ניט געוואוסט. אין דער צייט פאַר חורבן בית שני האָט מען שוין געהאַט געוויסע רעגעלען און רעכנונגען וועגען די לבנה־מאָנאַטען און יאָהרעסצייטען, נאָר מען מוז אָננעהמען, אַז דאָס איז נאָך געווען צופלאָנטערט, ווייל זאָנסט וואָלט מען דאָך שפּעטער ניט בעדאַרפט זיך ברעכען דעם קאָפּ וועגען דעם אַזוי פיעל, ווי עס ווערט געשילדערט אין תלמוד.

ווי עס ווייזט אויס, האָבען די נשיאים און די אַנדערע תלמידי חכמים פון יענער צייט, וועלכע האָבען זיך בעשעפטיגט מיט אַסטראָ־

נאָמיע און מיט „קדוש החדש על פי חשבון“, געהאַלטען ב ס ו ד אַלעס, וואָס זיי האָבען אַליין געוואוסט וועגען דעם. מיר מעגען עס שליסען פון דעם פאקט, וועלכער ווערט איבערגעגעבען אין תלמוד וועגען רבי הונא בר אבין. דיעזער תנא האָט עס בעקאַנט געמאַכט דעם סוד, ווי אַזוי מען קען אָהן שום חכמות אַליין אויסגעפינען, ווען צו פייערען דעם חג האביב.

דאָס איז געווען אין דער צייט פון די שרעקליכע פערפאָלגונגען פון אידען אונטער דער הערשפאַט פון קייזער קאָנסטאַנציוס (אַרום 350 יאָהר נ אָ ך קריסטוס'עס געבורט). די אידען האָבען זיך דאַן געפונען אין אַ גרויסער פערלעגענהייט וועגען די צייט פון פסח, און [illegible] גוטער תנא האָט זיי „ענטפּלעקט דעם סוד“, אַז זיי זאָלען אַ ל י י ן בעטראַכטען די זון. אויב זיי וועלען בעמערקען, האָט ער ערקלערט, אַז איהר פּאָזיציע אויפ'ן הימעל צייגט אָן, דאָס פריהלינג וועט קומען שפּעטער, ווי לויט נאָך די געוועהנליכע 12 מאָנאַטען, זאָלען זיי צו־געבען אַן עיבור־מאָנאַט.

דערמיט איז טאַקע געבראַכען געוואָרען די פריווילעגיע פון דעם נשיא צו בעשטימען דעם עיבור־מאָנאַט און, פאָלגליך, אויך די צייט פון חג האביב.

נאָך שפּעטער, ווען מען האָט מעהר געלערנט אַסטראָנאָמיע ביי די „חכמי יון“ און מען האָט בעשטימט די לבנה־מאָנאַטען על פי חשבון און אויסגעלערנט ווי צוזאַמענצושטעלען אַ געגויען לוח, האָט מען שוין ניט בעדאַרפט האָבען אפילו אַזעלכע ענטפּלעקונגען פון דעם „סוד העיבור“. מען האָט שוין אַלעס געהאַט אַנגעצייכענט אויפ'ן פּאַפּיער, פּיקס און פערטיג ווי היינט צו טאָג, ווען מיר בענוצען זיך מיט אַ געדרוקטען לוח.

* * *

אַ שווערע און זעהר קאָמפּליצירטע שטיק אַרבייט איז עס אָבער געווען, איידער מען האָט אויסגעפונען ווי צוזאַמענצושטעלען אַ קאַ־לענדער וואָס זאָל שטימען מיט די בעוועגונגען פון דער ערד און פון דער לבנה, וואָס זאָל ניט לויפען פאָראויס אָדער פערשפּעטיגען די נאַטירליכע יאָהרעסצייטען. דער גייסטיגער פּראָגרעס פון דער מענש־הייט איז זעהר ענג פערבונדען מיט דעם קלענסטען לוח'ל.

ביילאַגע ו.

די ענטדעקונג פון פערגרעסערונגס-גלעזער.

עס איז סך־הכל א יאָהר 310 זינט מען בענוצט זיך מיט טע־לעסקאָפּען. מען דאַרף אָבער ניט מיינען, אז פריהער האָט מען גאָר ניט געוואוסט פון פערגרעסערונגס־גלעזער. מיט דער מעלה פון קיי־לעכדיגע קריסטאַלען און גלעזלעך צו פּ ע ר ג ר ע ס ע ר ע ן זאכען אין אונזערע אויגען איז מען שוין בעקאַנט געווען אין גאָר אַלטע צייטען. אַזעלכע גלעזלעך האָבען אָבער געדיענט אַלס שפּיעלכלעך, אָדער פאַר „שוואַרצע קונצען" און כישוף. מען האָט אויך געמאַכט מאַגישע קונצען מיט קיילעכדיגע שפּיגלען, ק אָ נ ו ו ע ק ס ע (אויס־געבויגענע ארויס, אזוי ווי א לינז) און ק אָ נ ק א ו ו ע (איינגעבויגענע, אַט ווי, למשל, דער הימלישער געוועלב איבער אונז).

אין די חורבות פון נמרד'ס פּאַלאַץ אין נגוה האָט מען אויך געפונען א שטיקעל דורכזיכטיגע שטיין־קריסטאַל אין דער פאָרם פון א לינז. ס ע נ ע ק א, דער בעריהמטער רוימישער פילאָזאָף, לעהרער פון דעם טיראַן נעראָן, בעשרייבט אויך פוסטע ספערען (קוגלען) פון גלאָז אָנגעפילט מיט וואַסער, וואָס זיינען געברויכט געווען צו פּער־גרעסערען זאכען.

גלעזלעך אין דער פאָרם פון לינזען האָט מען אָנגעפאַנגען צו געברויכען פאַר „שפּאַקולען" מיט א צייט פריהער, איידער מען האָט זיך בענוצט מיט זיי פאַר א מיקראָסקאָפּ אָדער טעלעסקאָפּ.

ווער עס איז געווען דער ערשטער ערפינדער פון אזא אינסטרו־מענט, דאָס איז מען נאָך אַלץ ניט דערגאַנגען אויף זיכער, אָבוואָהל מען האָט זיך זעהר פיעל און שטאַרק געגריבעלט אין ארכיוועו און אַלטע שריפטען וועגען דעם. עס קען אָבער קיין צווייפעל ניט זיין, אז דיעזע אונגעהויער וויכטיגע און, מען מעג זאָגאר זאָגען, וועלט־איבערקעהרענדע ערפינדונג איז געמאַכט געוואָרען פון א לינזען־שליי־פער אָדער שפּאַקולען־מאַכער אין האָלאַנד ארום דעם אָנפאַנג פון 17טען יאָהרהונדערט.

מען דערצעהלט, אז א לעהרלינג ביי דעם שפּאַקולען־מאַכער מיט'ן נאָמען ה א נ ס ל י פּ ע ר ה ע י האָט, שפּיעלענדיג זיך מיט גע־שליפענע גלעזלעך, אויסגעפונען, אז ווען מען האַלט זיי אין א ג ע־ו ו י ס ע ר פּ אָ ז י צ י ע, בעקומט מען א בילד פון א זאך אין א פ ע ר ק ע ה ר ט ע ר און אויך פּ ע ר ג ר ע ס ע ר ט ע ר געשטאַלט. און ווי נור זיין מייסטער האָט זיך דערפון דערוואוסט, האָט ער אריינ־געשטעלט צוויי גלעזלעך, איינע א קאָנקאַווע און די אַנדערע א קאָנ־

װעקסע, אין אַ רעהר, און אַזוי איז געשאַפען געװאָרען דער ערשטער טעלעסקאָפּ, װי פאָרגעשטעלט דורך די צייכנונג 116 אויף ז. 457.

װאַהרשיינליך איז עס פאָרגעקומען ניט אַזוי צופעליג, װי דאָס איז צו שליסען פון דיעזער מעשה. נור עס איז געװען אונפערמיידליך, אַז די שפּאַקולען־מאַכער אין האָלאַנד, װאו די אָפּטישע קונסט איז זעהר פיעל ענטװיקעלט געװאָרען, זאָלען אַמאָל צוזאַמענשטעלען אַזא רעהר, װי ליפּערהעי׳ס, פּשוט אַלס אַ שפּיעלכעל.

מען דערצעהלט װייטער, אַז דיעזער שפּאַקולען־מאַכער האָט אַרויס־געשטעלט זיין „װאונדער־רעהר“ אין דעם פענסטער פון זיין קראָם אין דער שטאָדט מידלבורג און אַז דאָס האָט צוגעצויגען אַ סך נייע־גיערינע. ער האָט צוערשט אָנגעשטעלט זיין רעהר אויף דעם שפּיץ פון אַ קירכע און האָט געצייגט, װי מען זעהט דאָן דעם שפּיץ מיט׳ן קאָפּ אַראָב.

צװישען די נייגיעריגע איז אויך געװען אַ מאַרקיז מיט׳ן נאָמען שפּינאָלאַ, װעלכער האָט געקויפט אַזא „צװיבער־גלעזעל“ ביי דעם שפּאַ־קולען־מאַכער און האָט דאָס נאָכהער געשאָנקען דעם פּרינץ מאָריס פון נאַסאַו.

גריבלענדיג זיך אין אַרכיװען, האָט מען אויסגעפונען, אַז אין נאָװעמבער 1608 האָט האַנס ליפּערהעי זיך געװענדעט מיט אַ ביטע צו דער האָלענדישער רעגיערונג צו בעװיליגען איהם אַ פּאַטענט פאַר אַן „אינסטרומענט צו זעהען זאַכען פון דער װייטענס“. מען האָט עס איהם אָבער ענטזאָגט אויף דעם גרונד, דאָס אַזא ערפינדונג איז שוין בעקאַנט; נור מען האָט ביי איהם דאָך בעשטעלט אייניגע אַזעלכע אינסטרומענטען און איהם אָנגעזאָגט צו האַלטען עס אַלס אַ שטאַאַטס־סעקרעט.

מען האָט אויסגעגריבעלט אין די אַרכיװען, אַז אַ פּראָפעסאָר פון מאַטעמאַטיק מיט׳ן נאָמען מ ע ט י ו ס האָט אין דעם זעלבען יאָהר אויך פערלאַנגט אַ פּאַטענט פאַר אַזא מין אינסטרומענט.

יעדענפאַלס זיינען קלאַנגען װעגען „מאַגישע גלעזלעך“ אין האָ־לאַנד גאַנץ שנעל (װי פאַר יענע צייטען) פערשפּרייט געװאָרען איבער װעסט־אייראָפּאַ. איינער פון דיעזע קלאַנגען האָט אויך דערגרייכט צום גרויסען איטאַליענישען מאַטעמאַטיקער און דענקער ג אַ ל י ל ע אָ, װען ער האָט אין 1609 בעזוכט װענעציע (װענעדיג). װי אַזוי דיעזער זעלטענער זשעני, איינער פון די פאַטערס פון דער װיסענשאַפטליכער אַסטראָנאָמיע, האָט זיך בענוצט דערמיט, קען מען אַם בעסטען זעהען פון זיינעם אַ בריעף צו זיין ברודער, דאַטירט 29טען אויגוסט 1609:

„איך שרייב דיר יעצט, װייל איך האָב אַ שטיקעל נייעס פאַר דיר. דו דאַרפסט װיסען, אַז מיט אונגעפעהר 2 מאָנאַט צוריק האָט

זיך דאָ (אין ווענעציע) פערשפּרייט אַ קלאַנג, דאַס אין פלאַנדערס האָט מען געשאָנקען דעם פּרינץ מאָריס אַזאַ מין זעה־גלאָז, וואָס דער־נעהנטערט ווייטע זאַכען, זאַ דאַס אַ מענש קען זעהען גאַנץ דייטליך אויף אַ ווייטקייט פון צוויי מייל. דאָס האָט מיר געשיינט אַזוי אויס־סעראָרדענטליך, אַז איך האָב אָנגעפאַנגען נאָכצודענקען וועגען דעם. ווען איך בין געקומען צום שלוס, אַז דאָס מוז זיין אָפּהענגיג פון די געזעצע פון פּערספּעקטיווע, האָב איך גענומען זוכען און פּרובירען, ווי אַזוי מען קען צוזאַמענשטעלען אַזאַ אינסטרומענט. ענדליך בין איך געווען אַזוי ערפאָלגרייך, אַז איך האָב געשאַפען אַ זעה־גלאָז וואָס אי־בערטרעפט ווייט די בעריכטען וועגען די האָלענדישע זעה־גלאָז.

„ווען עס איז בעקאַנט געוואָרען אין ווענעציע, אַז מיר איז גע־לונגען צו מאַכען אַזאַ אינסטרומענט, האָט מען מיך מיט 6 טעג צוריק גערופען צו די סעניאָרען (אַריסטאָקראַטישער שטאָדט־ראַטה), אום דאָס צו צייגען, וואָס איך האָב געטהאָן צו דער פערוואונדערונג פון דעם גאַנצען סענאַט. פיעלע פון די אַרעליגע און פון די סענאַטאָרען, אָבוואָהל זיי זיינען שוין גאַנץ אַלטע לייט, זיינען פון דעסטוועגען מעהר ווי איין מאָל אַרויפגעגאַנגען אויף דעם שפּיץ פון דעם העכסטען קיר־כען־טהורם אין שטאָדט, אום צו זעהען די שיפען (אָהן מיין זעה־גלאָז וואָלט עס גענומען 2 שטונדען רייזע, ביז מען וואָלט זיי געקענט בע־מערקען), ווי זיי שווימען צום פּאָרט. די ווירקונג פון מיין אינסטרו־מענט איז אַזעלכע, אַז זאַכען וואָס געפינען זיך 50 מייל ווייט, זעהען אויס ווי זיי וואָלטען זיך געפונען 5 מייל ווייט.

„בעגרייפענדיג וואָס פאַר גרויסע נוטצען אַזאַ אינסטרומענט קען ברייגנען אין מיליטערישע אָפּעראַציאָנען און אויפ'ן ים, און זעהענדיג, ווי זיין לויכטיגקייט דער דאָדזש (פּרעזידענט פון דער ווענעציאַנער רעפּובליק) וויל עס האָבען, האָב איך בעשלאָסען צו בעגעבען זיך אין זיין פּאַלאַץ דיעזען 24טען און איהם דאָס צו שענקען".

פאַר דיעזען געשאַנק און אויך פאַר זיינע גרויסע ענטדעקונגען אין פיזיק און מעכאַניק האָט דער ווענעציאַנער סענאַט בעשלאָסען צו ערנענען גאַלילעאָ'ן פאַר אַ לעבענס־לענגליכען פּראָפעסאָר אין אוניווערזיטעט פון פּאַדואַ.

באַלד נאָכדעם האָט גאַלילעאָ צוזאַמענגעשטעלט אַ צווייטע זעה־גלאָז, וועלכע האָט בעדייטענד מעהר דערנעהנטערט און פערגרעסערט זאַכען, ווי די ערשטע. דיעזען אינסטרומענט האָט ער אויסגעשטעלט פאַר'ן פּובליקום אויפ'ן טהורם פון דער בעריהמטער סענט מאַרק קירכע אין ווענעציע. די ווייטעסטע זאַך, וואָס מען האָט געקענט דערזעהען דורך דיעזען טעלעסקאָפּ, איז געווען אַ שפּיץ פון אַ קירכע אין פּאַדואַ אונגעפעהר 25 מייל ווייט פון ווענעציע.

דערמיט האָט זיך אָבער דיעזער גרויסער וואָהלטהעטער פון דער מענשהייט ניט בעגנוגענט. ער האָט אַלץ ווייטער געקלערט, געזוכט און פּרובירט, ווי אויסצובעסערען זיינע זעה־גלעזער, אַז ער זאָל אויך קענען ע נ ט ד ע ק ע ן ע פּ ע ס א ו י פ ' ן ה י מ ע ל.

זיין דריטער טעלעסקאָפּ האָט שוין פערגרעסערט זאַכען 60 מאָל.

מיט איינינע טעג שפּעטער איז איהם געלונגען צוזאַמענשטעלען אַזאַ טעלעסקאָפּ, אַז ער האָט אויך געקענט בעמערקען ב ע ר ג אויף דער לבנה. דאָס איז געווען די ע ר ש ט ע אַנווענדונג פון זעה־גלעזער אין אַסטראָנאָמיע. אויב מען קען אָבשטרייטען, אַז גאַלילעאָ איז געווען דער ערשטער ערפינדער פון אַ טעלעסקאָפּ, איז עס אָבער זיכער, אַז ער האָט אַזאַ אינסטרומענט צ ו ע ר ש ט אַ נ ג ע ש ט ע ל ט א ו י פ ' ן ה י מ ע ל. אויך איז עס פעסטגעשטעלט, אַז ער האָט פערפאָלקאָמט די זעה־גלעזער.

דעם זעלבען יאָהר (1609) איז איהם געלונגען נאָך פיעלע פּראָבעס צו שאַפען אַזאַ טעלעסקאָפּ, וואָס זאָל דערנעהנטערען אַ זאַך 30 מאָל און אויך איהר פערגרעסערען כמעט 100 מאָל. דאַן האָט ער שוין געקענט מאַכען זיין גרעסטע און בעריהמטעסטע ענטדעקונג אויפ'ן הימעל, נעמליך: אַז די פּלאַנעט י ו פּ י ט ע ר ו ו ע ר ט ב ע־ ג ל י י ט ע ט פ ו ן 4 ל ב נ ו ת.

דאָס האָט אַרויסגערופען, מעג מען זאָגען, אַ גאַנצע רעוואָלוציע אין דער דאַמאָלסדיגער וויסענשאַפטליכער וועלט און ספּעציעל אין דער קאַטוילישער קירכע, ווייל דאָס איז געווען אַ שלאַגענדער בעווייז, ווי ריכטיג עס איז די „אַפּיקורסישע“ אַסטראָנאָמישע לעהרע פון ק אָ פּ ע ר נ י ק ו ס, אַז די ערד מיט אַלע פּלאַנעטען דרעהען זיך אַרום דער זון אַלס זייער צענטער.

דער טעלעסקאָפּ, מיט וועלכען גאַלילעאָ האָט ענטדעקט די 4 לבנות פון יופּיטער און אויך אויסגעפונען, אַז די פּלאַנעט ו ע נ ו ס האָט אונגעפעהר אַזעלכע פאַזען אָדער געשטאַלטען, ווי אונזער לבנה, וואָס עס איז דער רעזולטאַט פון איהרע פּאָזיציעס צווישען דער זון און דעם ערד־קוגעל (זעה קאַפּיטעל 15) — דיעזער טעלעסקאָפּ געפינט זיך יעצט צוזאַמען מיט אַנדערע זיינע אינסטרומענטען אין דעם מו־זעאום פון פלאָרענציע, איטאַליען.

אין אָנפאַנג פון 1610 האָט שוין גאַלילעאָ צוזאַמענגעשטעלט איבער 100 טעלעסקאָפּען, וועלכע ער האָט פאַנאַנדערגעשיקט צו פּרינצען און געלעהרטע פון איטאַליען, פראַנקרייך, דייטשלאַנד און האָלאַנד.

עס איז איבעריג צו זאָגען, אַז איבעראַל האָט מען זיי אויפגע־נומען מיט דער גרעסטער נייגעריגקייט און אַז מען האָט זיי באַלד

אויך אַנגעשטעלט אויפ'ן הימעל צו זעהען די בערג אויף דער לבנה, די פאַזען פון װענוס, די לבנות פון יופּיטער און בכלל די שטערן־װעלט.

דורך יענע טעלעסקאָפּען האָט מען שוין געקענט בעמערקען 10 מאָל אַזוי פיעל שטערן, װי מען קען עס זעהן מיט נאַקטע אויגען. היינט זיינען שוין אפילו אַ סך גרעסערע טעלעסקאָפּען פאַר זיי נור שפּיעלכלעך. אין אַ גאַנץ קורצער צייט האָבען אַנדערע אָפּטיקער און אַסטראָנאָמען זעהר פיעל אויסגעבעסערט און פערפאָלקאָמט אַלערליי זעה־גלעזער, די מיקראָסקאָפּען אַזוי װי די טעלעסקאָפּען, און מען האָט אַזוי אַלץ מעהר סודות אַרויסגעריסען ביי דער שטומער נאַטור אין די װעלטען פון פיצינקע בעשעפעניסען, װי אין די װעלטען פון די װייטעסטע שטערן.

אינדעקס.

אלפאבעטישער אַנצייגער פון נעמען און ענינים אין דיזען בוך.

א

אַבדאַלאה־אַל־מאַמון, 443.
אַביעקטיוו, 456.
אַבליקוויטעט פון עקליפּטיק, 132.
אַבענדשטערן, 101.
אַבעראַן, 176.
אַבעראַציאַן פון ליכט, 266.
אַדאַמס, 182.
אַדלער (אַקווילאַ), 37.
אוילער, 461.
אויראָפּא, 156.
אומבראַ, 283, 337.
אומבריעל, 176.
אוראַנאָגראַפיע, 18, 120.
אוראַנוס, 111, 174.
אורסאַ מאַיאָרים, 17.
אַטומנאַל (הערבסט) עקווינאָקס, 91 367.
אידישער לוח, 516, 527.
איוב, 12, 29, 403.
אינטערקאַלאַציאָן, 515.
אינערציע, 416.
איראַדיאַציאָן, 333.
אַכערנאַר (אַלפאַ פון ערידאַנוס), 48.
אַכראָמאַטישער אַביעקטיוו, 461.
אַלבערס, 145.
אַלגאָל (טויפעל־שטערן), 51.
אַלדעבאַראַן, 32, 44.
אַלטאַיר, 37.
אַלטיטיוד, 446.
אַלימפּיאַדען, 524.
אַלמאַגעסט, 105, 252, 363, 440.
אַלפאַ פון זידליכען קרייץ, 48.
אַלפאַ פון סענטאַורוס, 48, 92.
אַנגעלוס, 192.
אַנדראָמעדא, 61, 66.
אַנדראָמעדידען, 238.
אַנולערע עקליפּסען, 348.
אַנטאַרעס, 45.
אַנטאַרקטישער קרייז, 379.
אַנפאַנג פון אַלע אַנפאַנגען, 401.
אַנצייגערס (פון גרויסען בער), 15.
אַסטעראָאידען, 110.
אַסטראָלאָגיע, 7, 111.
אַסטראָלאַב יע, 105, 364.
אַפּאָלאָניוס, 107, 364.
אַפּאָלצער, 343.
אַפּטיקס, 294.
אַפּים, 498.

אַפּסידען־ליניע, 386, 397.
אַפּיאָכום, 53.
אַפּעליע, 114, 130, 386.
אַקוואַריום (מזל דלי), 43.
אָקולאַר, 456.
אַקסעלעראַציאָן, 417.
אַראַגאָ, 180, 199, 357.
אָראָראַ באָרעאַלוס, 227.
אָרבּיט, 91, 114, 385.
אַרגוס, 55, 82.
אָריאָן, 29, 64.
אָריגאַ, 24.
אַריסטאָטעל, 201, 323.
אַריסטאַרכוס, 107, 251, 364, 441.
אַריעל, 176.
ארמילאַר־ספּערע, 439.
אַרקטורוס, 46.
אַרקטישער קרייז, 379.
אַש־קאָליר פון דער לבנה, 332.

ב

באָאָטעס (אָקסען־פיהרער), 46.
באַבילאָנישער לוח, 516.
באַליסטיק, 415.
באַרנאַרד, 154.
בּאַוואַר, 179.
בונזען, 305.
בונזען־פלאַם, 233, 306.
בינאַרען (דאָפּעלטע שטערן), 59.
ביעלאַ־קאָמעט, 199.
בעטאַ פון זידליכען קרייץ, 49.
בעטעלגיוז, 30.
בעי אָוו פונדי, 354.
בעלטאַן, 502.
בעסעל, 84.
בערטהעלאָ, 277.
בערעדיכין, 233.
ברונאָ (דזשיאָרדאַנאָ), 135, 153.

ג

גאָלדענע צאָהל, 265.
גאַלילעאָ, 109, 125, 153, 167, 284, 312, 405, 417, 454, 530.
גאָלע, 181.
גאַנימעד, 154.
גאַסענדי, 197.
גאַרטעל פון אָריאָן, 29
גלגלים (ספערען), 103.
גלגל המקיף (פרימום מאָבילע), 103.
גנאָמאָן, 364, 443.
געאָצענטרישע (פּטאָלעמעאישע) סיס־טעם, 104, 364.
גראַוויטאַציאָן, 400.
גרויסער בער, 12, 21.
גרויסער הונד, 31.
גרומברידזש 1830 (שטערן), 74, 77, 97.
גריניטש־מערידיאַן, 450.
גרעגאָריאַנער קאַלענדער, 512.
גרעגאָרי'ס טעלעסקאָפּ, 465.

ד

דאַלאַמבער, 186.
דאָלאָנד, 459.
דאַמואַזאָ, 199.
דאַמע אין שטול, 22.
דאָנאַטי'ס קאָמעט, 232.
דאָפּעלטע שטערן, 56.
דאַרווין, 355.
דורכשניטליכע צייט, 375.
דיאָנע, 171.
דיאָ קאַסיוס, 188, 517.
דימענטען (אין הימעלשטיינער), 246.
דיספּערסיאָן, 461.
דיפּפּער, 12.
דעימאָס, 141.
דעלאַמבר, 488.

דענסיטעט, 127, 422, 434.
דעקלינאַציאָן, 453, 472.
דעקלינאַציאָנס־אַקס, 467.
דער „ת“ (אָריאָן), 30.
דראַגאָן, 344.
דריי מלכים, 29.

ה

האַלאָווין (האַלאָמאס), 502.
האַלי, 55, 256.
האַלי'ס קאָמעט, 190, 202, 492.
האָלל, 140.
האַרדינג, 145.
האַרוועסט מון, 356.
האָריזאָנט, 2, 362.
הונד־טעג (קאַניקולען), 32.
הונד־שטערן (סיריוס), 31.
היאַדען, 32, 45.
הידראָ־קאַרבאָן, 233.
היידראָזשען (וואַסער־שטאָף), 66.
הייהענס, 64, 167, 171, 272, 405.
הייזער פון דער זון, 44.
הימלישער אָקס, 392, 498.
הימלישער טייך (מילך־וועג), 26.
הימלישע מעכאַניקע, 432.
הימלישער נאָרד־פּאָל, 383.
הימלישער עקוואַטאָר, 383.
הימעל־שטיינער (מעטעאָרען), 241.
היעראָגליף, 123.
היפּאַרכוס, 106, 252, 390.
היפּערבאָלאַ, 216.
היפּעריאָן, 171.
העוועליוס, 459.
העיל, 282.
העליאָצענטרישע (קאָפּערניקאַנישע) סיסטעם, 105, 364.
הענדערסאָן, 92.
העפּטאַקאָרד, 521.
הערָאדאַטוס, 343.
הערנער פון ווענוס, 125.
הערקולעס, 80, 399.
הערשעל (דזשאָהן), 6, 55, 82, 171, 305, 360.
הערשעל (וויליאם), 58, 63, 71, 172, 175.
הערשעל'ס טעלעסקאָפּ, 473.

וו

וואולקאָן, 114.
וואַריאַבלע שטערן, 49.
וואַריאַציאָן פון דער זון'ס שווער־קייט־צענטער, 398.
וואַריאַציאָן פון דער פּעריהעליע, 397.
וואַריאַציאָן פון עקליפּטיק'ס אָבליק־וויטעט, 396.
וואַריאַציאָן פון עקסצענטריציטעט, 397
וואַשינגטאָנער מערידיאַן, 450.
וויטקייט פון דער זון, 156.
ווילסאָן, 284.
ווילאַמעט־מעטעאָר, 243.
ווינקעל־מאָס, 74, 307, 480.
ווירגינים (מזל בתולה), 42.
וועגאַ (שטערן), 25, 37, 393.
ווענדע־פּונקטען, 367.
ווענוס (נוגה), 101, 110, 120.
וועסטאַ, 145.
ווערנאַל (פריהלינג) עקווינאָקס, 90, 367.

ז

זאָדיאַק, 38, 122, 381, 392.
זאָנען (גאַרטלען), 379.
זון־היץ, 277.
זון־זייגערס, 365.
זון־טאָג, 373.
זון־פלאַמען, 287.
זון־פלעקען, 278.

זון־שטראַהלען, 276.
זעניט, 369.
זשאַנסאַן, 274, 344.
זשעמיני (מזל תאומים), 34.

ט

טאַידס, (עבבע און פלוט), 349, 426.
טאַקיני, 160.
טאָרעס (מזל שור), 32.
טהולע, 148.
טהורם־טעלעסקאָפּ, 282.
טיטאַן, 171.
טיטאַניא, 176.
טייפעל־שטערן (אַלגאָל), 51.
טיכאָ דע בראַהע, 53, 85, 132, 405.
טימאָכאַרים, 390.
טיציוס'עס געזעץ, 143.
טעטהיס, 171.
טראַנזיטס 117 (פון מערקור), 127
און 254 (פון ווענוס).
טראַנזיט־צירקעל, 448, 471.
טראָפּיקס, 379.

י

יאָזעפוס פלאַוויוס, 188.
יאָנג, 295.
יאַפּעטוס, 171.
יודאָקוס, 364.
יוליאַנער קאַלענדער, 510.
יונאָן, 145.
יופּיטער, 110, 121, 150, 213.
ירחינאי (מר שמואל), 526.
יערקעס אָבסערוואַטאָריע, 477.

כ

כימה, 29.
כסיל, 29.
כראָמאַטיזם, 463.
כראָמאַטישע אַבעראַציאָן, 459.
כראָמאָספּערע, 292.
כראָנאָס, 164.

ל

לאָוועל, 137.
לאַטיטוד, 156, 444.
לאַלאַנד, 193, 198, 483.
לאָנגיטיוד, 156, 444.
לאַסאַל, 55.
לאַסעל, 177, 184.
לאַפּלאַס, 160, 357, 401, 432.
לאַקאַיל, 483.
לבנה־לוח, 513.
לוח, 504.
לונאַטיק, 356.
לונאַציאָן, 329, 342.
לוציפער (ווענוס), 122.
ליבראַ (מזל מאזנים), 42.
ליון רוס, 356.
לייבניץ (לבנה־באַרג), 320.
ליפּערהעי, 529.
ליק אבסערוואַטאָריע, 154, 477.
ליראַ, 25, 67, 393.
לעאָ (מזל אריה), 42.
לעאָנאַרדאָ דאַ ווינטשי, 333.
לעאָנידען, 238, 284.
לע וועריע, 113, 142, 180, 269.
לע זשענטיל, 257.
לעפּאָט, 203.
לעקסעל'ס קאָמעט, 227.

מ

מאַגניטיוד, 10.
מאדים (מאַרס), 105.
מאָמענטום, 420.
מאַן אין דער לבנה, 311.

מאַסקאַרע, 353.
מאַסקעליין, 425.
מאָרגענשטערן, 101.
מאַרס, 82, 102, 110, 121, 128.
מואַסאַן, 246.
מוינגיע, 237.
מזלות, 14, 38.
מזל שור (טאַרוס), 32, 497.
מזל תאומים (צווילינג), 34.
מחזור קטן, 524.
מולד (לבנה)־פּייערונגען, 524.
מיולער (מאקס), 514.
מילך־וועג, 26.
מימאַס, 171.
מיקראָמעטער, 302.
מירא סעטי (וואונדער־שטערן), 50.
מעטאָן, 524.
מעטאָנישער סיקלוס (מחזור קטן), 525.
מעטעאָרישער שטויב, 246.
מעטעאָרען (הימעל־שטיינער), 237.
מעטרישע מאָסען, 489.
מערידיאַן, 369, 488.
מערידיאַן־צירקעל, 470.
מערסעדאָניוס, 511.
מערקור (כוכב), 105, 110, 112.
מעשען, 488.

נ

נאָדען, 337, 382.
נאַטריום (סאָדיום), 233.
נאָנאַ (וועגוס), 123.
נאָרדליכע קרוין (קאָראָנאַ באָרעאַלים), 47.
נאָרדליכער קרייץ (שטערנגרופּע), 36.
נהר דנור, 26.
נוגה (וועגוס), 101, 105.
נוטאַציאָן, 396.
ניוטאָן (אייזעק), 202, 295, 300, 403, 463.
ניוטאָן'ס אינערציע־געזעץ, 417.
ניוטאָן'ס גראַוויטאַציאָנס־געזעץ, 411, 430.
ניוטאָן'ס עפּעל, 404.
ניוקאָם (סיימאָן), 40, 235, 245, 264, 285, 309, 404.
ניטעל (קריסטמאַס), 500.
ניטראָדזשען, (שטיק־שטאָף), 66.
נילוס, 31.
ניסעטאַס, 190.
נעבולאַ, 62.
נעבולאַ־היפּאָטעזע, 71, 432.
נעבולאָזיטעט, 206.
נעפּטון, 110, 174, 179.

ס

סאַדזשיטאַריוס (מזל קשת), 48.
סאָטהיס, 31.
סאַטורן, 111, 121, 162.
סאַטורנאַליעס, 163.
סאָלסטיס, 366, 386, 505.
סאַראָס, 342.
סוד העיבור, 527.
סועטאָניוס, 188.
סטאַטעליטען, 140.
סטרואווע, 58, 84.
סיבעלע, 163 (פּלאַנעטאָאיד), 241 (מוטער פון געטער).
סיגנוס (שוואַן), 36.
סידעראַלע לבנה־אַרומדרעהונג, 329.
סידעראַלער טאָג, 373.
סידעריטען, 246.
סימבאָלען (אַסטראָלאָגישע), 111.
סינאָדישע לבנה־אַרומדרעהונג, 330.
סיריוס (הונד־שטערן), 29, 35, 60, 96, 150.
סירקומפּאָלערע שטערן, 13, 21, 35.

סעזאָנען, 384.
סענטאָרום, 67.
סענעקא, 201, 529.
סען־קלער־דעוויל, 277.
סעקי, 277, 291.
סעקסטאַנט, 439, 472.
סערעס, 145.
ספּיקאַ, 45.
ספּעקולום, 463.
ספּעקטערס, 232 (פון קאָמעטען), 298 (פון דער זון).
ספּעקטראָגראַף, 282.
ספּעקטראַל אַנאַליז, 126, 230, 294, 303.
ספּעקטראָסקאָפּ, 64, 66, 126, 161, 293, 301.
סקאָרפּיאָן (מזל עקרב), 43.
סקיאַפּאַרעלי, 118, 136, 238.

ע

עטהער, 295.
עליפּס, 91, 114, 131, 204, 215.
עמפּירעאום, 103.
ענסעלאַדוס, 171.
ענקע, 258.
ענקע'ס קאָמעט, 258.
עפּיסיקלען, 106, 406.
עקווינאָקס (גלייכטאָג), 367.
עקווינאָקס־ליניע, 388.
עקליפּטיק, 32, 39, 380, 392.
עקליפּסען, 334.
עראַטאָסטהענעס, 364, 443.
עראָס, 147.
ערדציטערניסען, 361.
ערשטער מערידיאָן, 444.
ערשטער שטוים, 413.
עס, 12, 29.

פּ

פּאַלאַס, 145.
פּאָלאַר־אָקס, 467.
פּאָלאַר־קרייזען, 379.
פּאָלאַר־שטערן, 15, 19, 96, 393, 446.
פּאָלוקס, 34, 45.
פּאָינטערס (פון גרויסען בער), 15.
פּאַליסאַ, 146.
פּאַסהאַליע, 523.
פּאַסטוך־שטערן (ווענוס), 122.
פּאָסידאָניוס, 443.
פּאַראַבאָלאַ, 116.
פּאַראַלאַקס, 84, 87, 92, 483.
פּאַראַלאַקס פון דער זון, 259, 262, 270.
פּאַראַלעלאָגראַם פון קרעפטע, 215, 388, 415.
פּאַראַלעל־קרייזען (לאַטיטודען), 382, 445.
פּאַראַסעלסוס, 190.
פּאַריזער מערידיאָן, 450.
פּאַרע, 194.
פּטאָלעמעאוס, 104, 106, 252, 363.
פּטאָלעמעאישע (געאָצענטרישע) סיסטעם, 104.
פּיאַזי, 144.
פּיטהאַגאָראַס, 364.
פּינגרע, 343.
פּיסעס (מזל דגים), 43.
פּיקאַר, 421, 444.
פּיקערינג, 185.
פּירי, 243.
פּלאָו (אָקער), 25.
פּלאַנעטאָאידען, 110, 143, 435.
פּלאַנעטאַרישע פּערטורבאַציאָנען, 398.
פּלאַנעטען, 72, 100.
פּלוטאַרך, 311.
פּליניוס, 188.
פּלעיאַדען, 29, 33, 44.
פּענומבראַ, 283, 337.
פּערטובאַציאָנען, 114, 180, 185.

פעריאָדישע קאָמעטען, 203.
פעריהעליע, 114, 130, 193, 386.
פערסעאוס, 51, 62.
פערסעאידען, 238.
פראָסיאָן, 35, 60.
פריזם, 298.
פרימום מאָבילע, 103.
פרעצעסיע פון די עקווינאָקסעס, 25, 387, 394.

פֿ

פאָבאָס, 141, 436.
פאַבריציוס, 277.
פאַזען, 116 (פון מערקור), 124 (פון ווענוס), 325 (פון דער לבנה).
פאָטאָמעטריע, 49.
פאַלענדע שטערן, 235, 284.
פאָמאַלהאַוט, 48.
פאָקאַלע לענג, 455.
פאָקאַלער שטח, 456.
פאָקוס, 114, 204, 455.
פאָרם פון דער ערד, 392, 428.
פוקאָ, 264.
פיזאָ, 264.
פייערדיגער טייך, 26.
פייערדיגע רעגענס, 236.
פיעלפאַכע שטערן, 61.
פלאַמאַריאָן, 9, 70, 156, 294, 356, 403.
פעלד פון טעלעסקאָפ, 466.
פערלענגערונג פון טאָג, 354.
פערנעל, 443.
פראַוענהאָפער ליניעס, 300, 305.
פרענעל, 295.

צ

צוגעבויגענקייט פון ערד'ס אַקס, 376.
צדק (יופיטער), 205.
צווילינג (מזל תאומים), 34.
צייכענס פון זאָדיאַק, 40, 41, 42.
ציעג (קאַפעלא), 24.
צענטריפעטאַלע קראַפט, 429.
צענטריפוגאַלע קראַפט, 351, 428, 432.

ק

קאַבאַליסטישער קרייז, 521.
קאַווענדיש, 423.
קאָלומבוס, 344.
קאָלימאַטאָר, 301.
קאַליסטאָ, 154.
קאַליפוס, 526.
קאַלענדער, 517.
קאָמעטען, 186.
קאָמעט־עקען, 223, 234.
קאַנאַלען אויפ'ן מאַרס, 136.
קאַנאָפוס, 48, 97.
קאָנוועקסע גלעזלעך, 456.
קאָניונקציאָן, 115.
קאַניס ווענאַטיסי, 68.
קאַניס מאַיאָר, 31.
קאַניס מינאָר, 35.
קאַניקול, 31.
קאָנסטעלאַציאָן (שטערנגרופע), 12.
קאַנסער (מזל סרטן), 42.
קאָנצענטרישע קרייזען, 480.
קאָנקאַווע גלעזלעך, 456.
קאַסיאָפעאַ, 17, 22.
קאַסיני, 132, 253.
קאַסטאָר, 34, 45, 61.
קאָסמאָס, 24.
קאָסמישער (מעטעאָרישער) שטויב, 245.
קאַפעלאַ (ציעג), 24.
קאָפערניקוס, 9, 105, 108, 112, 116, 406.
קאַפריקאָרן (מזל גדי), 34.
קאַראַנאַ באָרעאַליס, 54.

קאָראָנאַ פון דער זון, 289.
קאַרדאַן, 312.
קאַרניו, 264.
קירכהאָף, 305.
קליינער בער, 18.
קליינער הונד, 35.
קעפלער, 8, 53, 131, 143, 253, 406.
קעפלער׳ס געזעצע, 405.
קראַטערס (פון דער לבנה), 317.

ר

ראַמאַדאַן, 524.
ראָסס (לאָרד), 359, 475.
רהעאַ, 171.
רוימישער קאַלענדער, 507.
ריגעל, 30.
רינגען פון סאַטורן, 164, 434.
רישע, 430.
רעגולוס, 45.
רעגענבויגען (ספעקטער), 298.
רעכטע אַסענסיאָן, 453.
רעמער, 266.
רעפלעקטיווע טעלעסקאָפען, 463.
רעפראַקטיווע טעלעסקאָפען, 462.
רעפראַקציאָן, 297.

ש

שאַרלואַ, 146.
שבתאי (סאַטורן), 105.
שוואַבע, 285.
שווערד פון אָריאָן, 29.
שווערקייט־צענטער, 395.
שיינער, 285.
שנעלקייט פון ליכט, 94, 264, 296.
פלוטאַרך, 34.

ביכער

קאטאלאג
פון
„פאָרווערטס“
אויסגאבען:

וויסענשאפט.

Toronto Jewish Public Library

THIS BOOK MAY BE KEPT

21 DAYS

and may be renewed once, if no application has been registered for it. A fine of 4 cents a day is charged, if the book is kept after the last date stamped below. No book will be issued while a fine remains unpaid.

MAY ? '66
MAY 26 '66
MAR 26 7?
MAR 28 7?
JUN - 2 1988

וויסענשאפט.

767

וויסענשא